

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления подго-
товки



38.03.01 «Экономика»

код и наименование направления подготовки

/ Резник С.Д. /

«28» сентября 2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ
«ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 38.03.01 «Экономика»

Направленность (профиль): Экономика организации

Перечень учебно-методических материалов:

1. Методические указания к практическим занятиям
2. Методические указания по самостоятельной работе
3. Методические указания для подготовки к экзамену

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пензенский государственный университет архитектуры и строи-
тельства»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления подго-
товки



38.03.01 «Экономика»

код и наименование направления подготовки

/ Резник С.Д. /

«28» сентября 2017 г.

А.Н. Усатенко

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Методические указания к практическим занятиям

для бакалавров, обучающихся по направлению
38.03.01 Экономика

Пенза 2017 г.

УДК
ББК

Рецензент Зав. кафедрой «Экономика, организация и управление производством» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», д.э.н., проф. Хрусталев Б.Б.

Экономика и управление предприятием лесопромышленного комплекса: методические указания к практическим занятиям / А.Н. Усатенко. – Пенза.: ПГУАС, 2017. – 62 с.

Методические указания составлены на основе учебного плана и рабочей программы по дисциплине «Организация производства», содержат рекомендации для студентов, по подготовке к практическим занятиям.

В методических указаниях представлены задачи и примеры решения задач.

Методические указания к практическим занятиям по курсу «Организация производства» разработаны на кафедре «Экономика организация и управление производством» и предназначены для бакалавров, обучающихся по направлению 38.03.01 Экономика.

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2017 г.

© Усатенко А.Н., 2017 г.

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Организация производства» предусмотрена рабочим учебным планом для студентов бакалавров, обучающихся по направлению 38.03.01 Экономика.

Цель дисциплины состоит в формировании у студентов комплекса знаний в области теоретических основ организации процесса производства и умений практической организации производственных процессов на производственных предприятиях.

Задачи освоения дисциплины:

- дать теоретические знания о сущности природы основных закономерностей, проблем организации производства в условиях развития рыночных форм хозяйствования, в т.ч. в условиях трансформации экономики;
- дать теоретические знания о принципах, формах, методах организации производства на предприятиях;
- научить методам проектирования и моделирования основных, вспомогательных и обслуживающих производственных процессов на предприятиях машиностроения, новому формированию инфраструктуры предприятия;
- вооружить студентов знаниями методологии и методики планирования, организации анализа, оценки и проектирования производственной системы машиностроения, проектирование ее организационной, производственной структуры, структуры управления, выбора уровня и структуры форм организации производства, определения типа производства, выявления путей совершенствования и повышения эффективности организации производственных процессов;
- сформировать знания и навыки в области организации производства на предприятиях и обеспечении эффективного функционирования производственных систем.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-4 - способность находить организационно-управленческие решения в профессиональной деятельности и готовность нести за них ответственность

ПК-4 - способностью на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции):

Знать:

- особенности организации производства основных цехов различных отраслей промышленности;
- типы, формы и методы организации современного производства;
- организацию производственной инфраструктуры на отечественных

промышленных предприятиях;

сущность и алгоритм выполнения операций по проектированию организации нового производства;

Уметь:

организовывать производственные процессы на предприятиях машиностроения

выносить обоснованные суждения по вопросам организации производства;

проводить сравнительный анализ различных вариантов организации производства;

уметь организовывать процесс создания и освоения новой промышленной продукции;

Владеть:

навыками для принятия оптимальных производственных решений, имеющих практическое значение для будущего бакалавра экономики в области организации производства;

- навыками, необходимыми для осмысления процессов, происходящих в производственной системе.

Иметь представление:

о способах для принятия оптимальных производственных решений, имеющих практическое значение для будущего бакалавра экономики в области

о теоретических основах и закономерностях организации производства на предприятиях.

Практическое занятие № 1

Тема “Расчёт календарно-плановых нормативов организации сложного (сборочного) производственного процесса”

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний по теме “Организация производственного процесса во времени”; изучение методики расчёта календарно-плановых нормативов (КПН) организации участка серийной сборки (УСС) и приобретение навыков их расчёта; приобретение навыков построения цикловых графиков сборки изделий, расчёта опережений запуска-выпуска партий сборочных единиц, длительности производственного цикла и незавершённого производства.

Порядок выполнения лабораторной работы

Работа рассчитана на 6 часов и выполняется в следующей последовательности:

1. Студенты знакомятся с поставленной целью лабораторной работы.
2. Изучают теоретический материал по рассматриваемой теме, знакомятся с понятиями “производственный цикл сложного процесса”, “веерная схема сборки изделия”, особенностями расчёта длительности производственного цикла сборки изделия, расчёта других КПН.
3. Знакомятся с приведенным примером расчёта КПН сборки партии изделий.
4. В соответствии с полученным вариантом задания рассчитывают КПН организации участка простой серийной сборки.
5. Строят цикловой график сборки изделия без учёта и с учётом загрузки оборудования, определяют окончательную длительность производственного цикла сборки изделия и опережение запуска-выпуска сборочных единиц.
6. Защита лабораторной работы: она сводится к представлению разработанного циклового графика сборки и рассчитанных КПН, а также к ответу на поставленные теоретические вопросы.

После расчёта КПН строится цикловой график сборки изделия. Рассмотрим на конкретном примере.

Пример расчёта КПН организации УСС

На участке производится сборка изделия А. Технологический процесс и нормы времени выполнения операций представлены в табл. 1.1, колонки 1-5 (колонки 6-8 заполняются по ходу расчёта).

Месячная программа $N_m = 700$ шт.; количество рабочих дней $D_p = 21$ день; режим работы УСС $K_{см} = 2$; потери рабочего времени на плановые ремонты рабочих мест $a_{об} = 2\%$.

1. Построение веерной схемы сборки изделия “А” (рис. 1.1)

№ п/п	Наименование сборочных единиц	Схема сборки
-------	-------------------------------	--------------

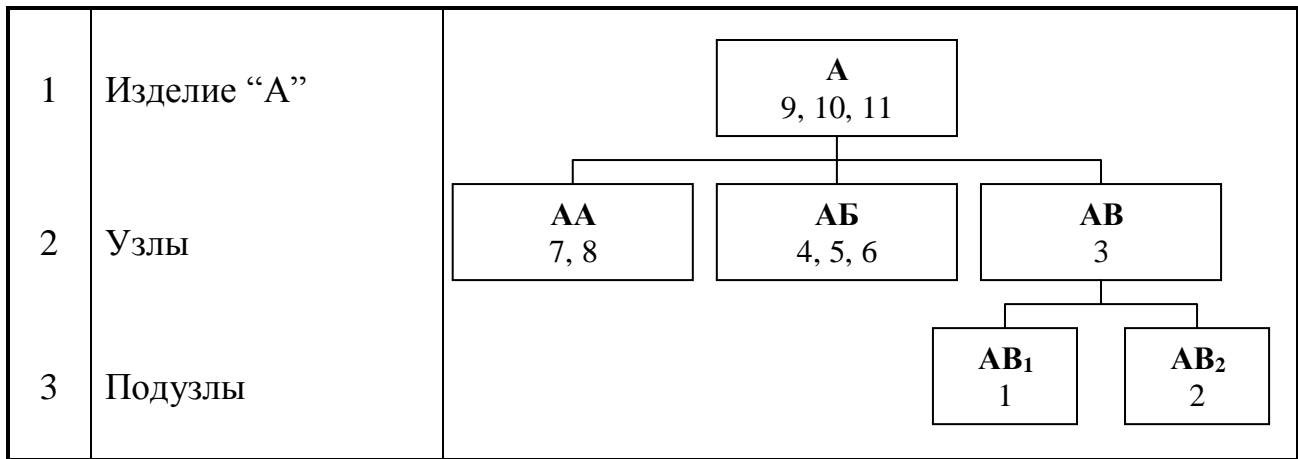


Рис. 1.1. Верная схема сборки изделия "А"

2. Определение минимального размера партии изделий (формула (1.1))

$$n_{\min} = \frac{(100 - 2) \cdot 200}{2 \cdot 113,2} = 86 \text{ шт.}$$

Таблица 1.1- Технологический процесс сборки изделия "А"

Условные обозначения сборочных единиц	Номер операции	Штучное время на операцию (t_i), мин	Подготовительно-заключительное время ($t_{н.з.i}$), мин	Подача сборочной единицы к операции	Размер партии изделий (N_m)	Длительность операционного цикла партии изделий "А", (n_n), ч	
						по операциям	по сборочным единицам
1	2	3	4	5	6	7	8
AB ₁	1	7,0	20	3	100	12	12
AB ₂	2	16,5	30	3	100	28	28
AB	3	4,7	10	11	100	8	8
AB	4	15,9	30	5	100	27	56
	5	12,4	20	6	100	21	
	6	4,7	10	10	100	8	
AA	7	7,0	20	8	100	12	40
	8	16,6	20	9	100	28	
A	9	11,3	10	10	100	19	48
	10	7,6	20	11	100	13	
	11	9,5	10	–	100	16	
		113,2	200			192	192

3. Определение ритма (периода чередования) партий изделий (формула (1.4))

$$R_p = \frac{21 \cdot 86}{700} = 2,58 \text{ дня.}$$

Выбирается удобопланируемый ритм. В месяце 21 день, следовательно, удобопланируемые ритмы 21, 7, 3, 1. Принимается $R_{np} = 3$ дня.

4. Определение оптимального размера партии изделий (формула (1.5))

$$n_n = 3 \cdot \frac{700}{21} = 100 \text{ шт.}$$

Оптимальный размер партии изделий заносится в колонку 6 табл. 1.1.

5. Определение количества партий изделий, изготавливаемых в течение месяца (формула (1.6)).

$$X = \frac{700}{100} = 7 \text{ партий.}$$

6. Определение длительности операционных циклов по каждой операции (формула (1.7)). Например, по первой операции

$$t_{n.c.1} = \frac{7 \cdot 100 + 20}{60} = 12 \text{ ч.}$$

Аналогично ведётся расчёт по всем операциям, и результат заносится в колонку 7 табл. 1.1.

7. Определение длительности операционных циклов по каждой сборочной единице (формула (1.8)). Например, по сборочной единице “АБ”

$$t_{сб.ед.АБ} = 27 + 21 + 8 = 56.$$

Аналогично ведётся расчёт по всем сборочным единицам, и результат заносится в колонку 8 табл. 1.1.

8. Определение количества рабочих мест (формула (1.9))

$$C_{np} = \frac{192}{3 \cdot 2 \cdot 8} = 4 \text{ рабочих места.}$$

9. Определение численности рабочих сборщиков (формула (1.10))

$$Ч = 4 \cdot 2 \cdot 1,1 = 9 \text{ чел.}$$

10. Построение циклового графика сборки изделия “А”, расчёт длительности производственного цикла и опережений запуска-выпуска сборочных единиц (рис. 1.2).

Сначала строится цикловой график сборки изделия без учёта загрузки рабочих мест на основе веерной схеме сборки изделия (рис. 1.1) и длительности операционных циклов каждой операции и сборочной единицы (см. табл. 1.1, колонки 7 и 8). Как правило, такой график строится в порядке обратном ходу технологического процесса, начиная с последней операции (рис. 1.2, а) с учётом

зависимости к какой операции поставляются сборочные единицы. Длительность такого цикла будет минимальной.

Однако, условия производства, ограниченные ресурсы требуют выполнения отдельных операций последовательно, на одном и том же рабочем месте, стенде и т.д., всё это приводит к изменению циклового графика и, как правило, к смещению запуска отдельных сборочных единиц на более ранние сроки и, как следствие, к увеличению длительности цикла.

Для достижения равномерности загрузки рабочих мест и рабочих-сборщиков необходимо произвести закрепление операций за рабочими местами. С этой целью на каждое рабочее место набирается объём работ, длительность операционного цикла которых не должна превосходить пропускной способности рабочих мест на протяжении принятого периода чередований (табл. 1.2).

Закрепление операций за рабочими местами

№ рабочего места	№ операции, закреплённой за рабочим местом	Условное обозначение сборочной единицы	Суммарная длительность операционного цикла, ч	Пропускная способность рабочего места за $R_{np} = 3$ дня или 48 ч	Коэффициент загрузки рабочего места
IV	9, 10, 11	A	48	48	1
III	6, 7, 8	AA, AB	48	48	1
II	4, 5	AB	48	48	1
I	1, 2, 3	AB, AB ₁ , AB ₂	48	48	1

После закрепления операций за рабочими местами строится цикловой график с учётом загрузки рабочих мест на основе циклового графика без учёта загрузки рабочих мест (рис. 1.2, а) и табл. 1.2. При этом необходимо стремиться, чтобы длительности циклов отдельных операций графика (рис. 1.2, а) являлись проекциями на соответствующие рабочие места в графике (рис. 1.2, б). В этом случае сохраняется длительность производственного цикла графика (рис. 1.2, а). Однако не всегда удаётся это осуществить. В рассматриваемом примере необходимо было сдвинуть сроки начала выполнения операций 4, 5, 6, 1. Сдвиг работ на более раннее начало повлечёт за собой увеличение длительности производственного цикла, и появилось пролёживание сборочных единиц “АВ” и “АВ”. Построение на рис. 1.2, б нескольких партий до полного заполнения периода чередований и является стандарт-планом.

После построения стандарт-плана (рис. 1.2, б) строится уточнённый цикловой график сборки изделия (рис. 1.2, в). Он строится в виде проекции работ единиц графиков (рис. 1.2, а, б). Именно уточнённый цикловой график и покажет действительную длительность производственного цикла сборки партии изделий.

В рассматриваемом примере длительность производственного цикла составила 96 ч. Жирные штриховые линии на рис. 1.2, показывают время смещения запуска соответственно сборочных единиц “АВ” и “АВ”.

Расчёт опережений запуска-выпуска сборочных единиц производится в колонках 3, 4 рис. 1.2, а и рис. 1.2, в. Изменилось опережение запуска-выпуска сборочных единиц АВ и АВ₁ и длительность производственного цикла увеличилась на 8 ч. Если к цикловому графику сборки изделий пристроить графики длительности циклов заготовки и обработки деталей D₁-D₁₂, то можно получить длительность цикла изготовления изделий (см. рис. 1.2, в).

10. Расчёт разделов и незавершённого производства.

Расчёт заделов ведётся по формуле

$$H_6 = Z_m \left(\sum_{i=1}^m t_i + \frac{\sum_{i=1}^m t_{n.з.i}}{n_H} \right) \cdot R_H = 200 \cdot \left(113,2 + \frac{200}{100} \right) \cdot 0,5 = 11520 \text{ мин} = 192 \text{ ч.}$$

Варианты для выполнения практического занятия № 1

Таблица 1.3 - Нормы штучного времени на технологические операции сборки изделия по вариантам, мин

№ опер.	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
1	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
2	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
3	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0
4	15,3	14,8	14,3	13,8	13,3	12,8
5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5
6	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
7	4,6	5,0	5,6	6,6	7,0	8,0
8	19,0	18,6	18,0	17,0	16,6	15,6
9	15,4	15,4	15,4	15,0	14,9	15,0
10	3,5	4,0	4,5	5,4	6,0	6,4
11	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0

Окончание табл. 1.3

№ опер.	Варианты					
	7	8	9	10	11	12
1	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
2	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
3	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
4	12,3	11,8	11,3	10,8	10,3	9,8
5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5
6	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
7	8,6	9,0	9,6	10,0	10,6	11,0
8	15,0	14,6	14,0	13,6	13,0	12,6
9	14,4	14,5	14,4	14,0	14,0	14,0
10	7,0	7,4	8,0	8,4	9,0	9,4
11	7,0	6,5	6,0	6,0	5,4	5,0

Практическое занятие № 2

Тема “Расчёт календарно-плановых нормативов и построение стандарт-плана многопредметной прерывно-поточной линии с последовательно-партионным чередованием предметов труда”

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний по теме “Организация поточных методов производства”; ознакомление с особенностями организации многопредметной прерывно-поточной линии (МППЛ); изучение методики и освоение навыков расчёта КПН и построения стандарт-плана МППЛ.

Порядок выполнения лабораторной работы

Работа рассчитана на 6 часов и выполняется в следующей последовательности:

1. Студенты знакомятся с поставленной целью лабораторной работы.
2. Изучают теоретический материал по рассматриваемой теме.
3. Знакомятся с приведенным примером расчёта КПН и построением стандарт-плана МППЛ.
4. В соответствии с полученным вариантом задания выполняют лабораторную работу.
5. Защита лабораторной работы: она сводится к представлению отчёта по расчёту КПН и построению стандарт-плана, а также к ответу на поставленные теоретические вопросы.

Пример расчёта КПН и построения стандарт-плана МППЛ

В качестве примера рассмотрим третий случай при расчёте первой группы КПН и первую форму смены объектов производства при расчёте второй группы КПН.

В механообрабатывающем цехе на МППЛ (переменно-поточной) обрабатывается три наименования деталей “А”, “Б” и “В”. Месячная программа выпуска по каждой детали, технологический процесс и нормы времени приведены в табл. 2.2. Режим работы линии – двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8 ч. Число рабочих дней в месяце – 20. Потери времени на плановые ремонты – 9 % от номинального фонда времени, на переналадку единицы оборудования $t_n = 20$ мин. Рассчитать первую и вторую группы КПН и построить стандарт-план работы МППЛ (в табл. 2.2 представлены варианты для выполнения лабораторных работ студентами).

1. Расчет суммарной трудоёмкости по изделиям, обрабатываемым на МППЛ

$$T_A = 3,1 + 3,0 + 3,2 + 3,0 = 12,3 \text{ мин};$$

$$T_B = 3,2 + 3,1 + 3,1 + 2,9 = 12,3 \text{ мин};$$

$$T_B = 6,25 + 5,70 + 4,75 + 6,15 + 3,5 = 26,35 \text{ мин.}$$

2. Расчёт частных тактов по каждому j -му наименованию деталей. Расчёт ведётся по формуле (2.4):

$$r_{np.n.A} = \frac{8 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 0,91 \cdot 60 \cdot 12,3}{1800 \cdot 12,3 + 2400 \cdot 12,3 + 3600 \cdot 22,85} = 1,6 \text{ мин/шт.};$$

$$r_{np.n.B} = \frac{8 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 0,91 \cdot 60 \cdot 12,3}{1800 \cdot 12,3 + 2400 \cdot 12,3 + 3600 \cdot 22,85} = 1,6 \text{ мин/шт.};$$

$$r_{np.n.B} = \frac{8 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 0,91 \cdot 60 \cdot 26,35}{1800 \cdot 12,3 + 2400 \cdot 12,3 + 3600 \cdot 26,35} = 3,2 \text{ мин/шт.}$$

3. Расчёт количества рабочих мест, необходимых для выполнения каждой i -й операции. Расчёт производится по формуле (2.2):

$$C_{np.n.1} = \frac{1800 \cdot 3,1 + 2400 \cdot 3,2 + 3600 \cdot 6,25}{8 \cdot 2 \cdot 20 \cdot 0,91 \cdot 60 \cdot 1} = \frac{35760}{17472} = 2,04$$

(принимаем $C_{np.n.1} = 2$);

$$C_{np.n.2} = \frac{1800 \cdot 3,0 + 2400 \cdot 3,1 + 3600 \cdot 5,7}{17472 \cdot 1} = \frac{33670}{17472} = 1,92$$

(принимаем $C_{np.n.2} = 2$);

$$C_{np.n.3} = \frac{1800 \cdot 3,2 + 2400 \cdot 3,1 + 3600 \cdot 4,75}{17472 \cdot 1} = \frac{30300}{17472} = 1,73$$

(принимаем $C_{np.n.3} = 2$);

$$C_{np.n.4} = \frac{1800 \cdot 3 + 2400 \cdot 2,9 + 3600 \cdot 6,15}{17472 \cdot 1} = \frac{34500}{17472} = 1,97$$

(принимаем $C_{np.n.4} = 2$);

$$C_{np.n.5} = \frac{3600 \cdot 3,5}{17472 \cdot 1} = \frac{12600}{17472} = 0,72$$

(принимаем $C_{np.n.5} = 1$).

4. Расчёт коэффициента загрузки оборудования МППЛ. Расчёт ведётся по формуле (2.5):

$$K_{з.об} = \frac{2,04 + 1,92 + 1,73 + 1,97 + 0,72}{2 + 2 + 2 + 2 + 1} = 0,93.$$

5. Определение длительности простоя каждого рабочего места при переходе с изготовления партии деталей одного наименования на партию деталей другого наименования. Расчёт производится по формуле (2.8):

$$P_{p.A} = 20 + 2 \cdot 8 \cdot 1,6 = 45,6 \text{ мин};$$

$$P_{p.B} = 20 + 2 \cdot 8 \cdot 3,2 = 71,2 \text{ мин};$$

$$P_{p.B} = 20 + 2 \cdot 9 \cdot 1,6 = 48,8 \text{ мин.}$$

6. Определение размера партии j -го наименования деталей. Расчёт ведётся по формуле (2.7):

$$n_A = \frac{(100 - 9) \cdot 45,6}{9 \cdot 1,6} = 290 \text{ шт.} \quad (\text{принимаем } n_A = 900 \text{ шт.});$$

$$n_B = \frac{(100 - 9) \cdot 71,2}{9 \cdot 1,6} = 450 \text{ шт.} \quad (\text{принимаем } n_B = 600 \text{ шт.});$$

$$n_B = \frac{(100 - 9) \cdot 48,8}{9 \cdot 3,2} = 154 \text{ шт.} \quad (\text{принимаем } n_B = 900 \text{ шт.}).$$

7. Определение занятости поточной линии j -м наименованием деталей. Расчёт ведётся по формуле (2.13):

$$\sum_1^x t_{ц.А} = \frac{N_j \cdot r_{нр.н.А}}{480} = \frac{1800 \cdot 1,6}{480} = 6 \text{ смен}; \quad \sum_1^x t_{ц.Б} = \frac{2400 \cdot 1,6}{480} = 8 \text{ смен};$$

$$\sum_1^x t_{ц.В} = \frac{3600 \cdot 3,2}{480} = 24 \text{ смены.}$$

8. Определение количества деталей, выпускаемых за период оборота линии (T_o), равный одной смене. Расчёт ведётся по формуле (2.12):

$$n_{о.А} = \frac{N_A}{\sum_1^x t_{ц.А}} = \frac{1800}{6} = 300 \text{ шт.}; \quad n_{о.Б} = \frac{N_B}{\sum_1^x t_{ц.Б}} = \frac{2400}{8} = 300 \text{ шт.};$$

$$n_{о.В} = \frac{N_B}{\sum_1^x t_{ц.В}} = \frac{3600}{24} = 150 \text{ шт.}$$

9. Определение соотношения размера партий деталей j -го наименования, запускаемых в производство, и партий деталей, обрабатываемых за период оборота линии (формула (2.10)):

$$\frac{n_A}{n_{о.А}} = \frac{900}{300} = 3; \quad \frac{n_B}{n_{о.Б}} = \frac{600}{300} = 2; \quad \frac{n_B}{n_{о.В}} = \frac{900}{150} = 6.$$

10. Определение периодичности чередования партий деталей j -го наименования. Расчёт ведётся по формуле (2.14):

$$R_{чер.А} = \frac{F_n \cdot n_A}{N_A} = \frac{20 \cdot 900}{1800} = 10 \text{ дней}; \quad R_{чер.Б} = \frac{F_n \cdot n_B}{N_B} = \frac{20 \cdot 600}{2400} = 5 \text{ дней};$$

$$R_{чер.В} = \frac{F_n \cdot n_B}{N_B} = \frac{20 \cdot 900}{3600} = 5 \text{ дней.}$$

11. Определение длительности производственного цикла обработки партии деталей j -го наименования. Расчёт производится по формуле (2.15):

$$t_{ц.А} = \frac{n_A \cdot r_{нр.н.А}}{480} = \frac{900 \cdot 1,6}{480} = 3 \text{ смены}; \quad t_{ц.Б} = \frac{n_B \cdot r_{нр.н.Б}}{480} = \frac{600 \cdot 1,6}{480} = 2 \text{ смены};$$

$$t_{ц.В} = \frac{n_B \cdot r_{нр.н.В}}{480} = \frac{900 \cdot 3,2}{480} = 6 \text{ смен.}$$

12. Построение стандарт-плана МППЛ с последовательно-партионным чередованием деталей j -го наименования. Стандарт-план строится в табличной форме (см. рис. 2.1).

13. Построение стандарт-планов работы МППЛ по каждому j -му наименованию деталей. График стандарт-плана работы МППЛ по обработке детали “А” представлен на рис. 2.2. Аналогично строятся и по деталям “Б” и “В”.

14. Расчёт размера межоперационных оборотных заделов деталей j -го наименования. Расчёт производится по формуле (2.16) в табличной форме (табл. 2.1).

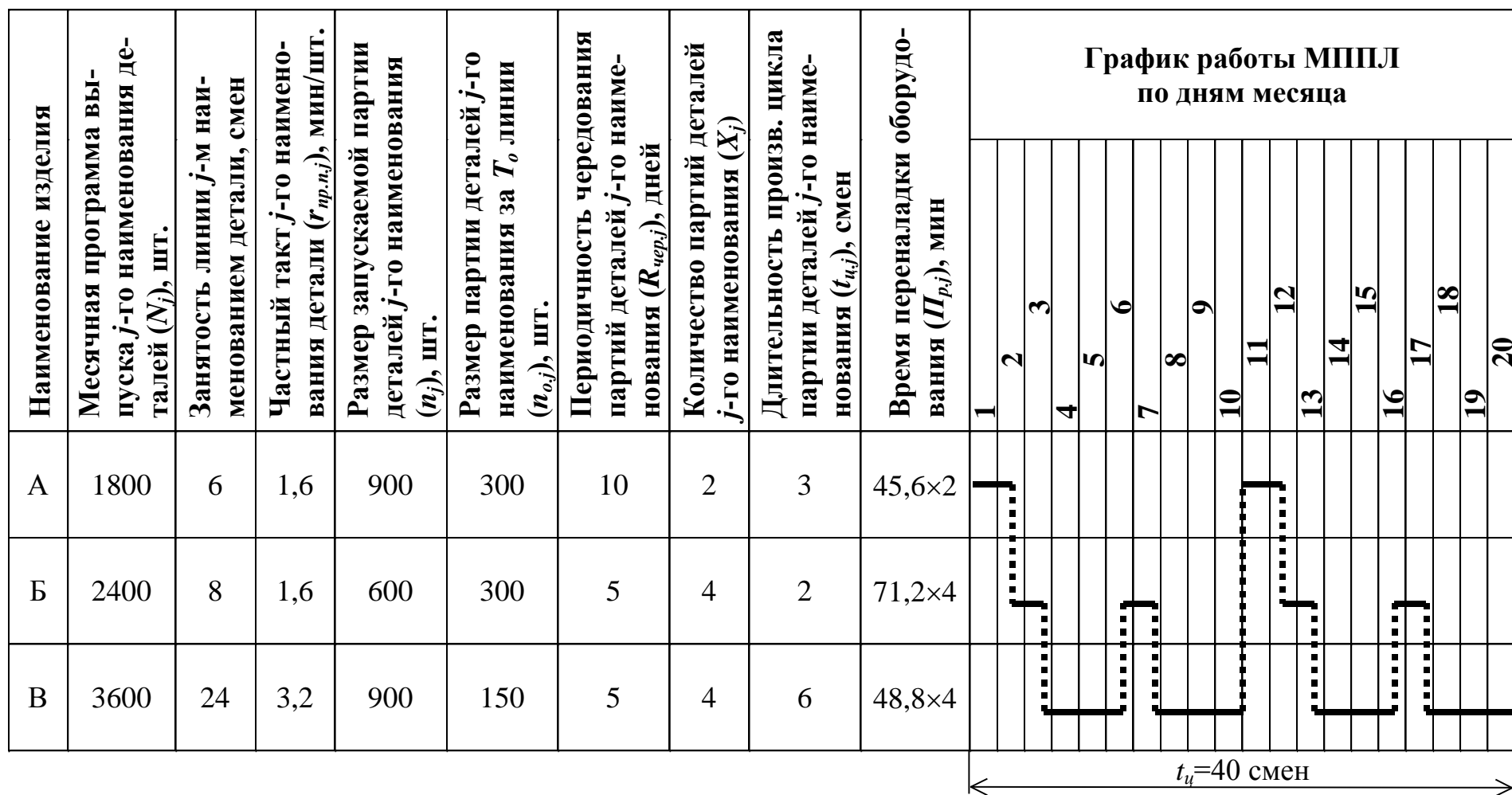


Рис. 2.1. Стандарт-план МППЛ с последовательно-партионным чередованием (t_u включает время обработки деталей $(2 \cdot 3 + 4 \cdot 2 + 4 \cdot 6) = 38$ смен; время на переналадку оборудования $(45,6 \cdot 2 + 71,2 \cdot 4 + 48,8 \cdot 4) = 1,2$ смены; время на проведение плановых ремонтов оборудования – 0,8 смены. Всего 40 смен)

№ операции	Наименование операции	Норма времени ($t_{шт}$), мин	Такт потока ($T_{пр}$), мин/шт.	Кол-во рабочих мест		№ рабочих мест	Загрузка рабочих мест		Порядок обслуж. рабочих мест	График работы оборудования за период оборота линии, равный одной смене (480 мин), и движение оборотных заделов								Программа выпуска дет. за $F_{см} = T_o = 480$ мин
				расчётное (C_p)	принятое ($C_{пр}$)		в %	в мин		60	120	180	240	300	360	420	480	
1	Разметочная	3,1	1,6	1,94	2	1	100	480	1									155
						2	94	451	2									145
2	Токарная	3,0	1,6	1,88	2	3	100	480	9									160
						4	88	422	3									140
						4			4									
						4			4									
3	Фрезерная	3,2	1,6	2,00	2	5	100	480	5									150
						6	100	480	6									150
4	Сверлильная	3,0	1,6	1,88	2	7	100	480	17									160
						8	88	422	8									140
Итого		12,3	1,6	7,70	8	8	77,2											

Рис. 2.2. Стандарт-план МППЛ по обработке детали "А":



-  – время работы оборудования;
 – время простоя оборудования

Таблица 2.1 - Расчёт межоперационных оборотных заделов при обработке детали “А”

Частные периоды	Длительность частного периода, мин	Расчёт межоперационных оборотных заделов детали “А”	Площадь эпюр, дет/мин
Между 1 и 2 операциями			
T_1	422	$z'_{1,2} = \frac{422 \cdot 2}{3,1} - \frac{422 \cdot 2}{3} = -9$	1899
T_2	29	$z''_{1,2} = \frac{29 \cdot 2}{3,1} - \frac{29 \cdot 1}{3} = +10$	145
T_3	29	$z'''_{1,2} = \frac{29 \cdot 1}{3,1} - \frac{29 \cdot 1}{3} = -1$	276
Итого			2323
Между 2 и 3 операциями			
T_1	422	$z'_{2,3} = \frac{422 \cdot 2}{3} - \frac{422 \cdot 2}{3,2} = +17$	3587
T_2	58	$z''_{2,3} = \frac{58 \cdot 1}{3} - \frac{58 \cdot 2}{3,2} = -17$	493
Итого			4080
Между 3 и 4 операциями			
T_1	422	$z'_{3,4} = \frac{422 \cdot 2}{3,2} - \frac{422 \cdot 2}{3,0} = -17$	3587
T_2	58	$z''_{3,4} = \frac{58 \cdot 2}{3,2} - \frac{58 \cdot 1}{3,0} = +17$	493
Итого			4080
Всего			10480

Аналогично расчёт межоперационных оборотных заделов производится по изделиям “Б” и “В”.

15. Расчёт средней величины задела по каждому j -му наименованию деталей. Расчёт ведётся по формуле (2.17):

$$Z_{cp.ob.A} = \frac{10480}{480} = 22 \text{ шт.}; \quad Z_{cp.ob.B} = \frac{6787}{480} = 14 \text{ шт.}; \quad Z_{cp.ob.B} = \frac{17790}{480} = 37 \text{ шт.}$$

16. Расчёт размера незавершённого производства в нормо-часах без учёта затрат труда в предыдущих цехах составляет:

$$H_A = 22 \cdot \frac{12,3}{2 \cdot 60} = 2,25 \text{ ч}; \quad H_B = 14 \cdot \frac{12,3}{2 \cdot 60} = 1,44 \text{ ч}; \quad H_B = 37 \cdot \frac{26,35}{2 \cdot 60} = 8,12 \text{ ч.}$$

Варианты для выполнения практического занятия № 2

Таблица 2.2 - Исходные данные для расчёта МППЛ, $t_{ум}$, мин

Наименование операции	Варианты заданий								
	1			2			3		
	Номенклатура деталей по вариантам								
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И
1. Разметочная	3,1	3,2	6,25	2,5	2,3	2,00	2,0	0,45	1,34
2. Токарная	3,0	3,1	5,70	3,3	3,1	2,35	2,4	0,24	0,76
3. Фрезерная	3,2	3,1	4,75	2,1	2,2	2,00	2,2	0,50	1,24
4. Сверлильная	3,0	2,9	6,15	2,4	3,2	2,20	2,2	0,40	1,20
5. Шлифовальная	–	–	3,50	3,2	2,7	2,70	3,1	0,30	0,40
Итого	12,3	12,3	26,35	13,5	13,5	11,25	11,9	1,89	4,94
Месячная программа выпуска ($N_{j,мес}$), шт.	1800	2400	3600	2000	2500	5500	2000	4000	2400

Продолжение табл. 2.2

Наименование операции	Варианты заданий								
	4			5			6		
	Номенклатура деталей по вариантам								
	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т
1. Разметочная	3,20	2,7	6,9	4,30	4,25	6,90	3,86	2,05	1,32
2. Токарная	5,17	3,0	6,7	3,00	3,15	5,20	4,75	3,10	3,11
3. Фрезерная	2,90	3,0	3,4	3,25	4,00	5,85	3,65	3,33	2,00
4. Сверлильная	3,10	2,5	3,4	2,30	2,00	4,00	5,00	3,25	2,13
5. Шлифовальная	3,00	2,7	3,3	3,50	3,70	5,90	5,00	4,75	2,94
Итого	17,37	13,9	23,7	16,35	17,10	27,85	22,26	16,48	11,50
Месячная программа выпуска ($N_{j,мес}$), шт.	1000	2000	2400	2000	2000	2000	1800	2400	3600
1. Разметочная	2,5	2,2	2,10	5,00	1,24	3,18	1,59	1,24	2,71
2. Токарная	2,7	2,3	2,50	5,26	1,40	2,82	2,90	2,31	2,82
3. Фрезерная	2,2	2,9	2,15	2,54	1,48	2,63	1,11	3,78	3,67
4. Сверлильная	2,3	2,4	2,10	4,50	1,30	1,00	1,29	2,75	4,14
5. Шлифовальная	2,3	4,2	6,13	1,72	0,52	0,66	2,11	2,72	1,66
Итого	12,0	14,0	14,98	19,02	5,94	10,29	9,00	12,80	15,00
Месячная про-	1000	2000	4000	2000	4000	2400	4000	1800	4800

грамма выпуска ($N_{j.мес}$), шт.									
1. Разметочная	1,87	2,71	2,34	1,57	3,71	1,85	3,48	3,71	1,95
2. Токарная	0,13	1,80	2,82	2,24	3,95	0,82	3,14	1,73	1,68
3. Фрезерная	0,72	1,68	1,92	0,25	2,68	1,01	2,21	1,48	1,11
4. Сверлильная	0,73	1,13	1,32	1,92	2,93	0,32	2,74	1,93	1,15
5. Шлифоваль- ная	1,73	1,67	1,97	1,81	4,61	1,45	3,53	1,72	1,65
Итого	5,18	8,99	10,37	7,79	17,88	5,45	15,10	10,57	7,54
Месячная про- грамма выпуска ($N_{j.мес}$), шт.	2500	1500	2000	2800	2000	4000	1600	2400	8000

Практическое занятие № 3

Тема “Выбор оптимального варианта обслуживания технологического оборудования промышленным роботом”

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний по теме “Особенности организации роботизированных технологических комплексов (РТК) и гибких производственных систем (ГПС)”; ознакомление с особенностями проектирования, организации и создания компоновочных схем РТК; изучение методики и приобретение навыков расчёта длительности цикла обслуживания промышленным роботом (ПР) станков при линейном их расположении.

Порядок выполнения лабораторной работы

Работа рассчитана на 6 часов и выполняется в следующей последовательности:

1. Студенты знакомятся с поставленной целью лабораторной работы.
2. Изучают теоретический материал по рассматриваемой теме, знакомятся с особенностями проектирования, формирования компоновочных схем при индивидуальном и групповом обслуживании ПР технологического оборудования (линейные и круговые компоновочные схемы), выбирают наилучшие варианты группового обслуживания оборудования, расположенного в линейной системе координат при последовательной форме обслуживания.
3. Знакомятся с приведенным примером расчёта длительности цикла обслуживания технологического оборудования, расположенного по линейной компоновочной схеме, ПР и коэффициентом загрузки оборудования по вариантам.
4. В соответствии с полученным вариантом задания рассчитывают длительность цикла обслуживания оборудования ПР, коэффициент загрузки оборудования и определяют наиболее оптимальный вариант (расчёт ведётся вручную и сопоставляется с ЭВМ).
5. Строят графики обслуживания станков ПР по вариантам.
6. Защита лабораторной работы: она сводится к обоснованию и выбору оптимального варианта обслуживания ПР технологического оборудования, а также к ответу на поставленные теоретические вопросы.

Пример расчёта длительности цикла обслуживания технологического оборудования ПР

Для условного примера возьмём следующие исходные данные: $t_1 = 20$ мин, $t_2 = 55$ мин, $t_3 = 25$ мин, $t_4 = 25$ мин, $t_5 = 10$ мин, $t_6 = 50$ мин; $t_{mp.1} = 5,0$ мин, $t_{mp.2} = 3,0$ мин, $t_{mp.3} = 4,0$ мин, $t_{mp.4} = 4,0$ мин, $t_{mp.5} = 5,0$ мин. Расчёт произведём по каждому из выше описанных вариантов.

Первый вариант. Алгоритм работы: ПР берёт деталь из питателя и загружает 1-й станок, затем берёт деталь со стола 1-го станка и загружает 2-й станок и так до 6-го станка. Причём, загрузив 6-й станок, ПР не ждёт окончания обработки детали на этом станке, а движется к 5-му станку и разгружает его,

далее он передвигается к 4-му, 3-му, 2-му, 1-му и выполняет аналогичную операцию. После чего процесс обслуживания повторяется.

А. Определяем время простоя ПР на каждой i -ой операции в ожидании её окончания.

$$t_{np.5} = 10 - 2 \cdot 5 - 0 = 0;$$

$$t_{np.4} = 25 - 2 \cdot (5 + 4) - 0 - 0 = 7;$$

$$t_{np.3} = 25 - 2 \cdot (5 + 4 + 4) - 0 - 0 - 7 = -8;$$

Следовательно, $t_{np.3} = 0$;

$$t_{np.2} = 55 - 2 \cdot (5 + 4 + 4 + 3) - 0 - 0 - 7 - 0 = 16;$$

$$t_{np.1} = 20 - 2 \cdot (5 + 4 + 4 + 3 + 5) - 0 - 0 - 7 - 0 - 16 = -45;$$

Следовательно, $t_{np.1} = 0$;

$$t_{np.6} = 50 - 2 \cdot (5 + 4 + 4 + 3 + 5) - 0 - 0 - 7 - 0 - 16 - 0 = -15;$$

Следовательно, $t_{np.6} = 0$.

Б. Определяем длительность цикла обслуживания технологического оборудования ПР по первому варианту:

$$T_{ц.1} = 2 \cdot (5 + 3 + 4 + 4 + 5) + (0 + 7 + 0 + 16 + 0 + 0) = 2 \cdot 21 + 23 = 65 \text{ мин.}$$

Коэффициент загрузки оборудования по первому варианту составил

$$K_{з.о.1} = \frac{20 + 55 + 25 + 25 + 10 + 50}{6 \cdot 65} = 0,47.$$

Второй вариант. В этом случае ПР, перемещаясь от 1-го к 6-му станку, одновременно загружает и разгружает станки. Обслужив последний, ПР возвращается к 1-му и процесс обслуживания повторяется снова.

Ввиду того, что время переноса детали от одного станка к другому различное, рассмотрим пары времен. Для каждой пары выбираем минимальное время переноса и, ориентируясь на него, организуем обслуживание станков:

$$\min \{t_{mp.1}; t_{mp.2}\} = t_{mp.2} = 3; \quad \min \{t_{mp.2}; t_{mp.3}\} = t_{mp.2} = 3;$$

$$\min \{t_{mp.3}; t_{mp.4}\} = t_{mp.4} = 4; \quad \min \{t_{mp.4}; t_{mp.5}\} = t_{mp.4} = 4;$$

Алгоритм работы: ПР сначала разгружает 1-й станок на стол перед ним; затем, взяв заготовку из питателя, загружает 1-й станок, после чего берет деталь со стола 1-го станка и переносит ее на стол перед 2-м станком. Далее ПР без детали двигается к 3-му станку, разгружает его на стол перед ним, возвращается ко 2-му станку, берет деталь со 2-го станка, перемещается к 3-му станку и загружает его, снова возвращается ко 2-му станку и загружает его со 2-го стола. Таким образом уже обслужены 1-й, 2-й и 3-й станки, и ПР перемещается к 4-му станку, захватив деталь с 3-го стола, помещает ее на стол перед 4-м станком. Далее ПР без детали двигается к 5-му станку, разгружает его на стол перед ним, возвращается к 4-му станку, берет деталь с 4-го станка, перемещается к 5-му станку и загружает его, снова возвращается к 4-му станку и загружает его с 4-го стола. Таким образом, ПР загрузил еще 4-й и 5-й станки. Далее ПР перемещается к 5-му столу, берет деталь и переносит ее к 6-му столу, затем разгружает 6-й станок в накопитель готовых деталей и загружает его с 6-го стола. Обслужив

все станки, ПР возвращается в исходную позицию к 1-му станку, и цикл повторяется.

А. Определяем время простоя ПР на каждой i -ой операции в ожидании её окончания:

$$t_{np.1} = 20 - 2 \cdot (5 + 3 + 4 + 4 + 5) - 2 \cdot (3 + 3 + 4 + 4) + 0 = -50;$$

$$\text{Следовательно, } t_{np.1} = 0;$$

$$t_{np.2} = 55 - 2 \cdot (5 + 3 + 4 + 4 + 5) - 2 \cdot (3 + 3 + 4 + 4) + (0 + 0) = -15;$$

$$\text{Следовательно, } t_{np.2} = 0;$$

$$t_{np.3} = 25 - 2 \cdot (5 + 3 + 4 + 4 + 5) - 2 \cdot (3 + 3 + 4 + 4) + (0 + 0 + 0) = -45;$$

$$\text{Следовательно, } t_{np.3} = 0;$$

$$t_{np.4} = 25 - 2 \cdot (5 + 3 + 4 + 4 + 5) - 2 \cdot (3 + 3 + 4 + 4) + (0 + 0 + 0 + 0) = -45;$$

$$\text{Следовательно, } t_{np.4} = 0;$$

$$t_{np.5} = 10 - 2 \cdot (5 + 3 + 4 + 4 + 5) - 2 \cdot (3 + 3 + 4 + 4) + (0 + 0 + 0 + 0 + 0) = -60;$$

$$\text{Следовательно, } t_{np.5} = 0;$$

$$t_{np.6} = 50 - 2 \cdot (5 + 3 + 4 + 4 + 5) - 2 \cdot (3 + 3 + 4 + 4) + (0 + 0) = -20;$$

$$\text{Следовательно, } t_{np.6} = 0.$$

Б. Определяем длительность цикла обслуживания технологического оборудования ПР по второму варианту:

$$T_{ц.2} = 2 \cdot (5 + 3 + 4 + 4 + 5) + 2 \cdot (3 + 3 + 4 + 4) + (0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 70 \text{ мин.}$$

Коэффициент загрузки оборудования по второму варианту составил

$$K_{з.о.2} = \frac{20 + 55 + 25 + 25 + 10 + 50}{6 \cdot 70} = 0,44.$$

Третий вариант. Примем, что в этом случае ПР обслуживает станки с 1-го по 2-й по методике второго варианта, а начиная с 3-го по 6-й, по методике первого варианта.

Алгоритм работы: ПР, разгрузив 1-й станок на стол перед ним, берет заготовку из питателя и загружает ею 1-й станок. Затем берет деталь с 1-го стола и переносит ее на стол 2-го станка. Дождавшись конца обработки детали на 2-м станке, берет деталь и перемещается к 3-му станку и загружает его, затем возвращается ко 2-му станку и загружает его. После чего перемещается к 3-му станку, берет деталь со стола 3-го станка и движется к 4-му станку и загружает его. Затем берет деталь со стола 4-го станка и перемещается к 5-му станку и загружает его, далее берет деталь со стола 5-го станка и переносит ее на стол 6-го станка. Разгружает 6-й станок в накопитель готовых деталей, берет деталь со стола 6-го станка и загружает 6-й станок. Затем ПР движется к 5-му станку и разгружает его на 5-й стол. Затем движется к 4-му станку и разгружает его на 4-й стол, затем движется к 3-му станку и разгружает его на 3-й стол, а затем движется сразу к 1-му станку и цикл повторяется.

А. Определяем время простоя ПР на каждой i -ой операции в ожидании её окончания:

$$t_{np.5} = 10 - 2 \cdot 5 - 0 = 0;$$

$$t_{np.4} = 25 - 2 \cdot (5 + 4) - 0 - 0 = 7;$$

$$t_{np.3} = 25 - 2 \cdot (5 + 4 + 4) - 0 - 0 - 7 = -8;$$

Следовательно, $t_{np.3} = 0$;

$$T'_{u.1} = 2 \cdot (4 + 4 + 5) + 0 + 0 + 7 + 0 = 33;$$

$$t_{np.1} = 20 - 33 - 2 \cdot (5 + 3) - 2 \cdot 3 - 0 = -35;$$

Следовательно, $t_{np.1} = 0$;

$$t_{np.2} = 55 - 33 - 2 \cdot (5 + 3) - 2 \cdot 3 - 0 - 0 = 0;$$

$$t_{np.6} = 50 - 33 - 2 \cdot (5 + 3) - 2 \cdot 3 - 0 - 0 - 0 = -5;$$

Следовательно, $t_{np.6} = 0$.

$$T'_{u.2} = 2 \cdot (5 + 3) + 2 \cdot 3 + 0 + 0 = 22;$$

$$T_{u.3} = 33 + 22 = 55.$$

Коэффициент загрузки оборудования по третьему варианту составил

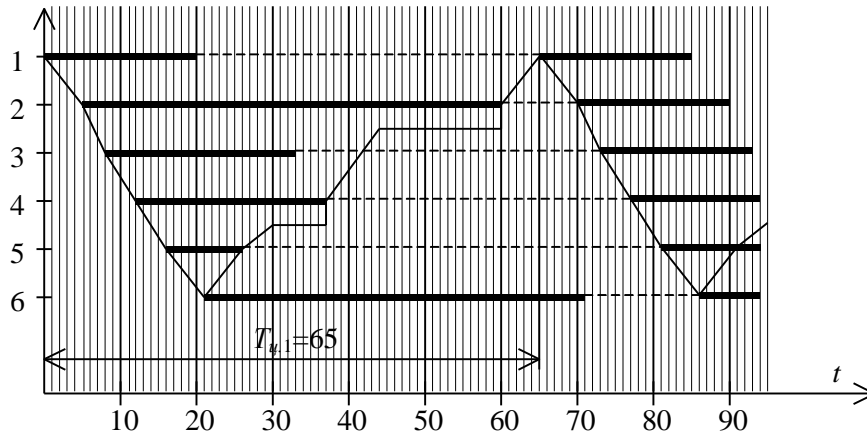
$$K_{з.о.3} = \frac{185}{6 \cdot 55} = 0,56.$$

Рассчитав длительность цикла обслуживания станков ПР по каждому из трех вариантов и сравнив полученные результаты, приходим к выводу, что наилучшим вариантом обслуживания станков ПР, который обеспечил бы максимальный коэффициент загрузки оборудования и минимальную длительность цикла обслуживания станков ПР, является третий, смешанный, вариант.

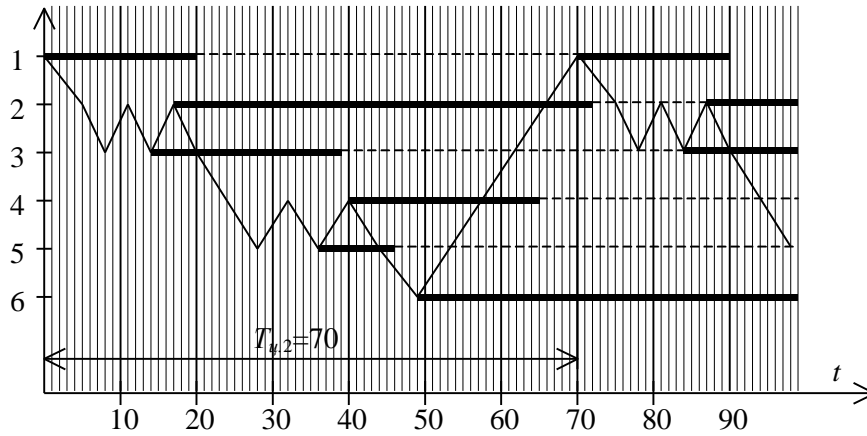
Кроме аналитического метода выбора минимальной длительности цикла обслуживания промышленным роботом технологического оборудования приведем графический метод, позволяющий наглядно проиллюстрировать технологический процесс и показать наиболее эффективный вариант обслуживания с наименьшей длительностью цикла (рис. 3.2).

Графический метод позволяет наглядно показать преимущества по длительности обслуживания станков промышленным роботом, а также пояснить порядок и логику различных вариантов обслуживания. Графический метод наглядно подтвердил вывод, сделанный на основе аналитического метода, о предпочтении для рассматриваемых исходных данных выбора третьего, смешанного варианта.

1 вариант



2 вариант



3 вариант

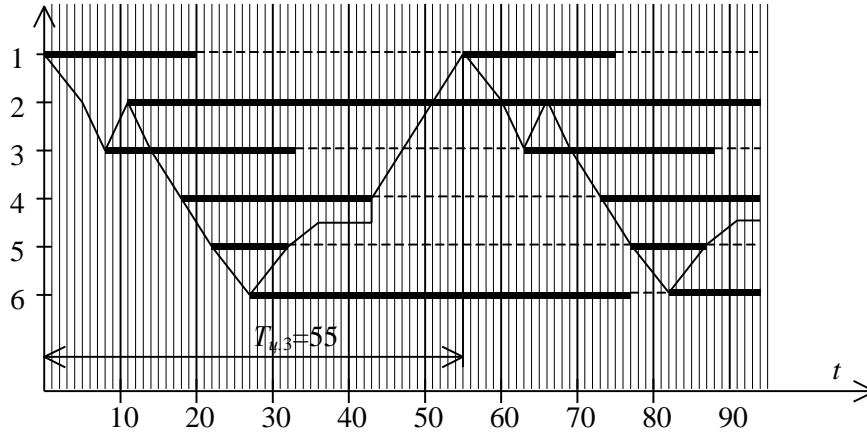


Рис. 3.2. Варианты организации обслуживания станков промышленным роботом:

- - время обработки деталей, мин;
- - время переноса деталей, мин.;
- - - - - время простоя оборудования, мин.

Варианты для выполнения лабораторной работы № 3

Таблица 3.1

Исходные данные по вариантам

№ вар.	Время обработки деталей, мин						Время транспортировки деталей, мин				
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	$t_{тр.1}$	$t_{тр.2}$	$t_{тр.3}$	$t_{тр.4}$	$t_{тр.5}$
1	20	55	25	25	10	50	5,0	3,0	4,0	4,0	5,0
2	25	50	25	30	15	45	4,0	2,0	3,0	3,0	4,0
3	30	50	30	30	15	45	5,0	2,0	2,0	4,0	4,0
4	25	55	20	25	10	40	4,0	3,0	2,0	4,0	4,0
5	25	45	30	30	10	40	4,0	2,0	2,0	3,0	4,0
6	30	40	20	25	15	50	4,0	3,0	3,0	4,0	5,0
7	2	10	3	5	3	15	2,0	0,8	1,2	1,5	2,0
8	4	6	5	3	4	6	0,8	0,7	1,5	0,8	1,5
9	7	18	8	20	7	10	1,0	1,2	2,0	1,0	1,5
10	2	6	3	2	4	10	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5
11	1	5	5	3	3	5	0,5	0,2	0,3	0,3	0,5
12	15	40	30	20	15	30	7,5	4,5	6,0	7,5	4,5

Практическое занятие № 4

Тема “Функционально-стоимостной анализ в конструкторской подготовке производства”

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний по теме “Функционально-стоимостной анализ (ФСА) в конструкторской подготовке производства”; изучение методики и приобретение навыков построения структурной, функциональной и функционально-стоимостной моделей (ФСМ), диаграммы Парето и функционально-стоимостной диаграммы (ФСД) на проектируемую технику; поиск решений модернизации и совершенствования техники с целью её технико-экономической оптимизации.

Порядок выполнения практического занятия

Работа рассчитана на 6 часов и выполняется в следующей последовательности:

1. Студенты знакомятся с поставленной целью лабораторной работы.
2. Изучают теоретический материал по рассматриваемой теме, знакомятся с кратким описанием объекта, с построением структурной и функциональной моделей трансформатора, с затратами на материальные носители функций (МНФ).
3. Знакомятся с приведенным примером ФСА трансформатора.
4. В соответствии с полученным вариантом задания строят диаграмму Парето и определяют перечень МНФ, входящих в зоны А, В и С; разрабатывают ФСМ и ФСД объекта; выделяют функции, имеющие дисбаланс относительных затрат и относительной важности.
5. Защита лабораторной работы: она сводится к выделению функций, имеющих дисбаланс и разработке предложений по его устранению, а также к ответу на поставленные теоретические вопросы.

Пример выполнения функционально-стоимостного анализа

Ниже приводится упрощённая схема выполнения корректирующей формы функционально-стоимостного анализа технического объекта на примере трансформатора.

1. Краткая характеристика объекта. Среди многочисленных и разнообразных электротехнических приборов и устройств трансформаторы по широте распространения и универсальности применения занимают одно из первых мест. Их применяют в схемах источников питания радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) различного назначения, в усилителях и генераторах низкой частоты в качестве междукаскадных и выходных, в цепях высокочастотных контуров, приёмно-усилительных устройств, в импульсных и других схемах.

Мощность, габариты, размеры и масса различных трансформаторов варьируются в очень широких пределах. Технические характеристики трансформатора представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Технические характеристики трансформатора
(рассматриваемый пример)

Наименование параметров и показателей	Единицы измерения	Значение
1	2	3
Параметры назначения		
1. Номинальная мощность	Вт	60
2. Номинальное напряжение обмотки 1	В	220
3. Номинальное напряжение обмотки 2	В	36
4. Номинальный ток обмотки I	А	0,15
5. Номинальный ток обмотки II	А	5,0
Показатели качества исполнения функций		
Потери холостого хода	Вт	0,6
Срок службы	лет	Не менее 15
Вероятность безотказной работы за 3000 ч	–	Не менее 0,99
Показатели внешней среды		
Температура внешней среды	°С	От –40° С до +40° С
Степень защищённости от внешних воздействий	–	IP22

2. Структурное моделирование рассматриваемого объекта. Структурная модель составляется на основе изучения конструкторско-технологической документации, в том числе спецификаций и имеет следующий вид (рис. 4.1).

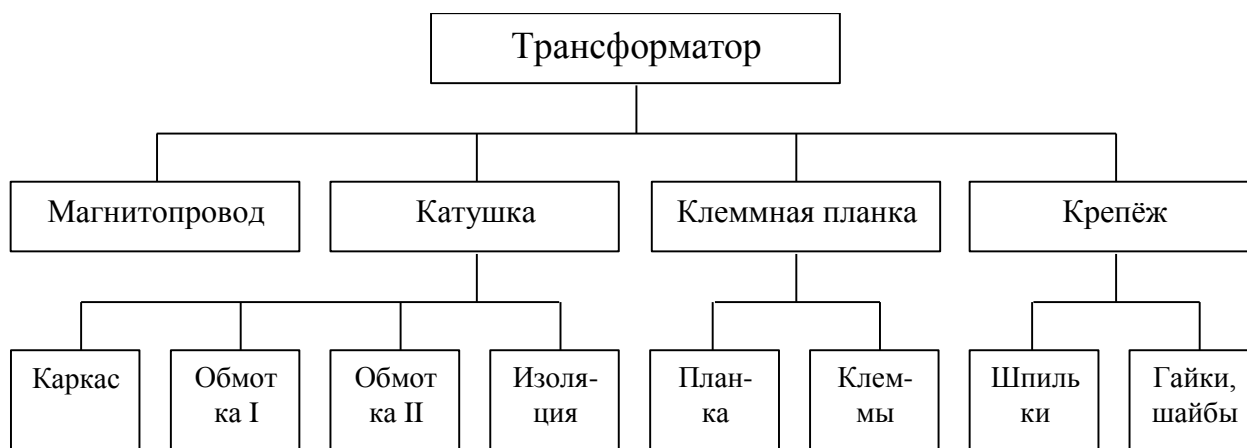


Рис. 4.1. Структурная модель трансформатора

3. Расчёт затрат на МНФ трансформатора. Расчёт ведётся в табличной форме (табл. 4.2) одним из методов.

4. Построение диаграммы Парето. Диаграмма строится на основе СМ (рис. 4.1) и расчёта затрат на МНФ трансформатора (табл. 4.2), см. рис. 4.2. Из рис. 4.2 видно, что два наиболее дорогостоящих элемента (МНФ) попали в зону А, четыре элемента – в зону В и три элемента с наименьшими затратами попали в зону С.

Согласно теории ABC наиболее дорогостоящие элементы (обмотка I и магнитопровод) подвергаются наиболее тщательному анализу и в первую очередь.

Таблица 4.2

Расчёт затрат и удельного веса затрат по каждому МНФ исходя из общих затрат на изделие

Наименование показателя	Элементы (МНФ) трансформатора									
	Магнито-провод	Каркас катушки	Обмотка I	Обмотка II	Изоляция	Планка	Клеммы	Шпильки	Гайки, шайбы	Трансформатор
1. Затраты, тыс. руб.	1980	460	2100	1500	40	250	600	240	120	7290
2. Удельный вес затрат, %	27,16	6,31	28,81	20,58	0,55	3,43	8,23	3,29	1,64	100
3. Ранжировка затрат по убыванию	2	5	1	3	9	6	4	7	8	–

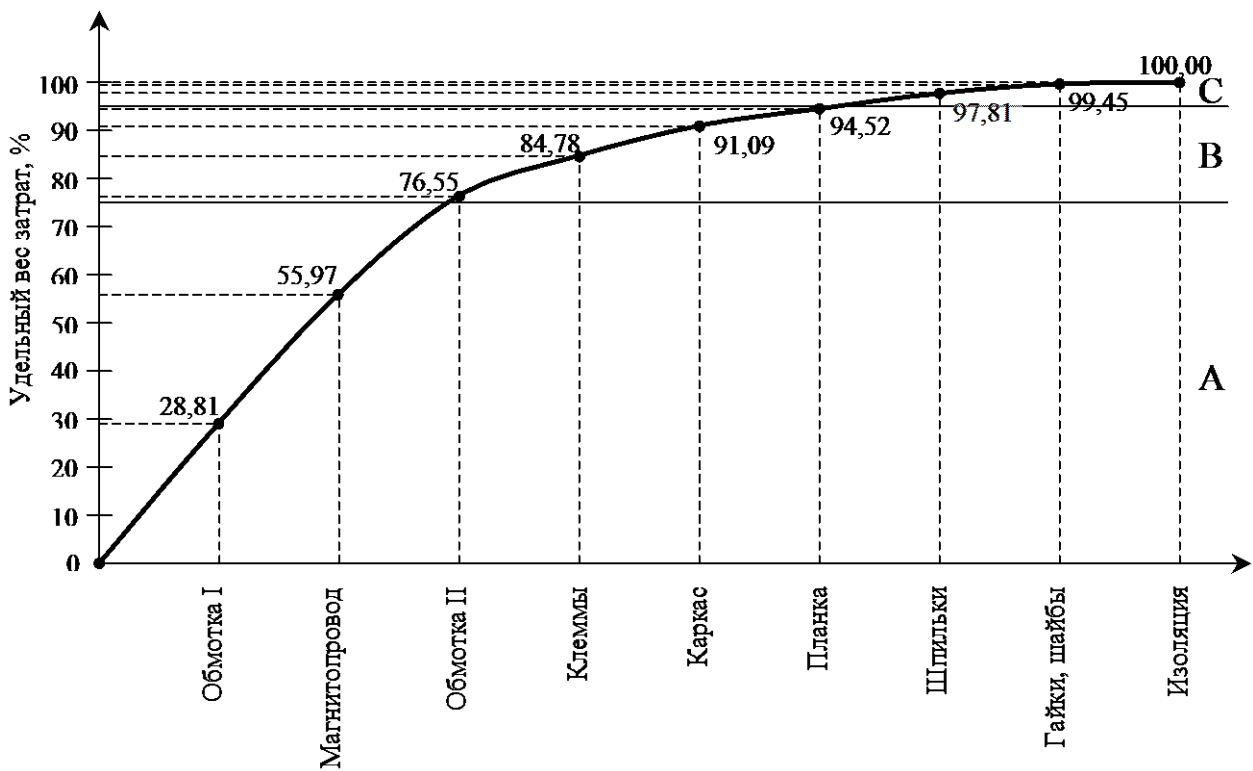


Рис. 4.2. Диаграмма Парето на трансформатор

5. Разработка функциональной модели трансформатора. ФМ трансформатора строится в соответствии с приведенной выше классификацией функций, начиная с верхнего уровня (рис. 4.3).

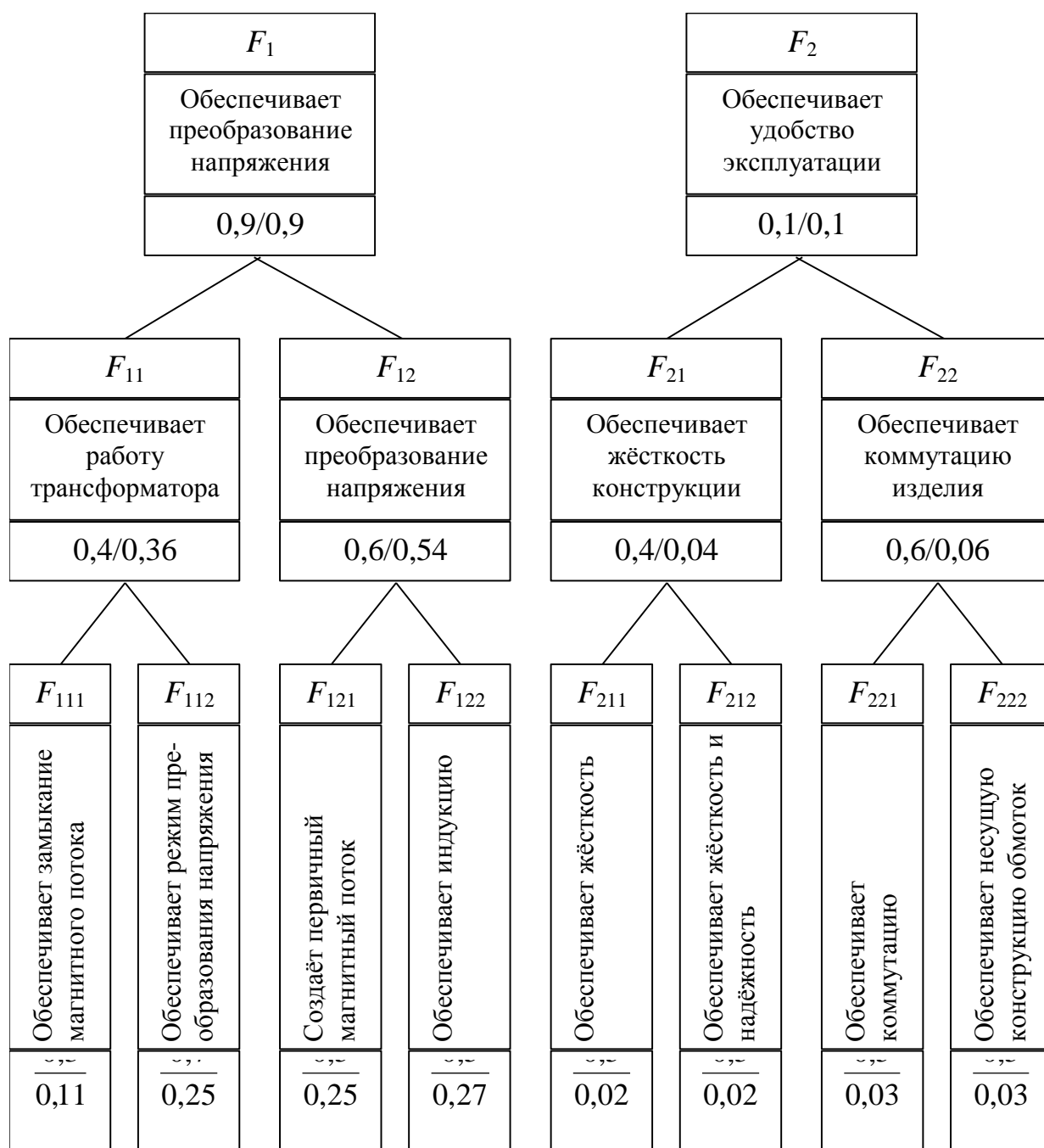


Рис. 4.3. Функциональная модель трансформатора:
числитель – значимость функции (r_j);
знаменатель – относительная важность (R_j).

6. Определение значимости j -й функции (r_j) и относительной важности функции (R_j) любого уровня производится по формулам (4.1) и (4.2).

Как правило, для определения функций МНФ, установления значимости, а также расчёта затрат на каждую функцию составляется таблица (табл. 4.3).

Определение функций, установление значимости и расчёт затрат на каждую функцию, исходя из затрат на МНФ

Наименование МНФ	Затраты на 1 МНФ, руб.	Наименование функций трансформатора	Индекс функции	Значимость функции (r_j)	Затраты на 1 функцию, руб.
1. Трансформатор	7290	1. Обеспечивает преобразование напряжения	F_1	0,9	6561
		2. Обеспечивает удобство эксплуатации	F_2	0,1	729
2. Катушка	4100	1. Обеспечивает работу трансформатора	F_{11}	0,4	1640
		2. Обеспечивает преобразование напряжения	F_{12}	0,6	2460
3. Крепёж	360	1. Обеспечивает жёсткость и надёжность	F_{21}	1,0	360
4. Клеммная планка	850	1. Обеспечивает коммутацию и жёсткость конструкции	F_{22}	1,0	850
5. Магнитопровод	1980	1. Обеспечивает замыкание магнитного потока	F_{111}	0,3	594
		2. Обеспечивает режим преобразования напряжения	F_{112}	0,7	1386
6. Обмотка I	2100	1. Обеспечивает режим преобразования напряжения	F_{112}	0,5	1050
		2. Создаёт первичный магнитный поток	F_{121}	0,5	1050
7. Обмотка II	1500	1. Обеспечивает режим преобразования напряжения	F_{112}	0,5	750
		2. Обеспечивает продукцию	F_{122}	0,5	750
8. Каркас катушки	460	1. Обеспечивает несущую конструкцию обмоток для обеспечения эксплуатации	F_{222}	1,0	460
9. Изоляция	40	1. Обеспечивает надёжность прохождения тока	F_{212}	1,0	40
10. Шпильки	240	1. Обеспечивает жёсткость конструкции	F_{211}	1,0	240
11. Гайки, шайбы	120	1. Обеспечивают жёсткость конструкции	F_{211}	1,0	120
12. Планка	250	1. Обеспечивает коммутацию	F_{221}	1,0	250
13. Клеммы	600	1. Обеспечивает коммутацию	F_{221}	1,0	600

Оценка относительной важности функций ведётся последовательно по уровням ФМ (рис. 4.3) или в табличной форме (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Оценка относительной важности функций

Индекс функции ФМ	Наименование функции трансформатора	Значимость функции (r_j)	Относительная важность функции (R_j)
F_1	Обеспечивает преобразование напряжения	0,9	0,90
F_2	Обеспечивает удобство эксплуатации	0,1	0,10
F_{11}	Обеспечивает работу трансформатора	0,4	0,36
F_{12}	Обеспечивает преобразование напряжения	0,6	0,54
F_{21}	Обеспечивает жёсткость и надёжность	0,4	0,04
F_{22}	Обеспечивает коммутацию и жёсткость	0,6	0,06
F_{111}	Обеспечивает замыкание магнитного потока	0,3	0,11
F_{112}	Обеспечивает режим преобразования напряжения	0,7	0,25
F_{121}	Создаёт первичный магнитный поток	0,5	0,27
F_{122}	Обеспечивает индукцию	0,5	0,27
F_{211}	Обеспечивает жёсткость конструкции	0,5	0,02
F_{212}	Обеспечивает жёсткость и надёжность	0,5	0,02
F_{221}	Обеспечивает коммутацию	0,5	0,03
F_{222}	Обеспечивает несущую конструкцию для обеспечения коммутации	0,5	0,03

7. Функционально-структурное моделирование. ФСМ строится путём совмещения структурной модели (рис. 4.1) и функциональной модели (рис. 4.3), в результате чего получается матрица (табл. 4.5). Распределение затрат по функциям производится по формулам (4.3) и (4.4).

ФСМ и распределение затрат по функциям

Зона	Наименование МНФ	Затраты на 1 МНФ, руб.	Затраты на функцию, руб.							
			F_1				F_2			
			F_{11}		F_{12}		F_{21}		F_{22}	
			F_{111}	F_{112}	F_{121}	F_{122}	F_{211}	F_{212}	F_{221}	F_{222}
А	1. Обмотка I	2100	–	1050	1050	–	–	–	–	–
	2. Магнитопровод	1980	594	1386	–	–	–	–	–	–
В	3. Обмотка II	1500	–	750	–	750	–	–	–	–
	4. Клеммы	600	–	–	–	–	–	–	600	–
	5. Каркас катушки	460	–	–	–	–	–	–	–	460
	6. Планка	250	–	–	–	–	–	–	250	–
С	7. Шпильки	240	–	–	–	–	240	–	–	–
	8. Гайки, шайбы	120	–	–	–	–	120	–	–	–
	9. Изоляция	40	–	–	–	–	–	40	–	–
	Итого	7290	594	3186	1050	750	360	40	850	460
	Удельные относительные затраты	1	0,08	0,44	0,14	0,10	0,05	0,01	0,12	0,06
	Итого	7290	$F_{11} = 3780$		$F_{12} = 1800$		$F_{21} = 400$		$F_{22} = 1310$	
	Удельные относительные затраты	1	0,52		0,24		0,06		0,18	
	Итого	7290	$F_1 = 5580$				$F_2 = 1710$			
	Удельные относительные затраты	1	0,77				0,23			

ФСМ можно разрабатывать по каждой зоне отдельно.

8. Построение функционально-стоимостной диаграммы (ФСД), см. рис. 4.4.

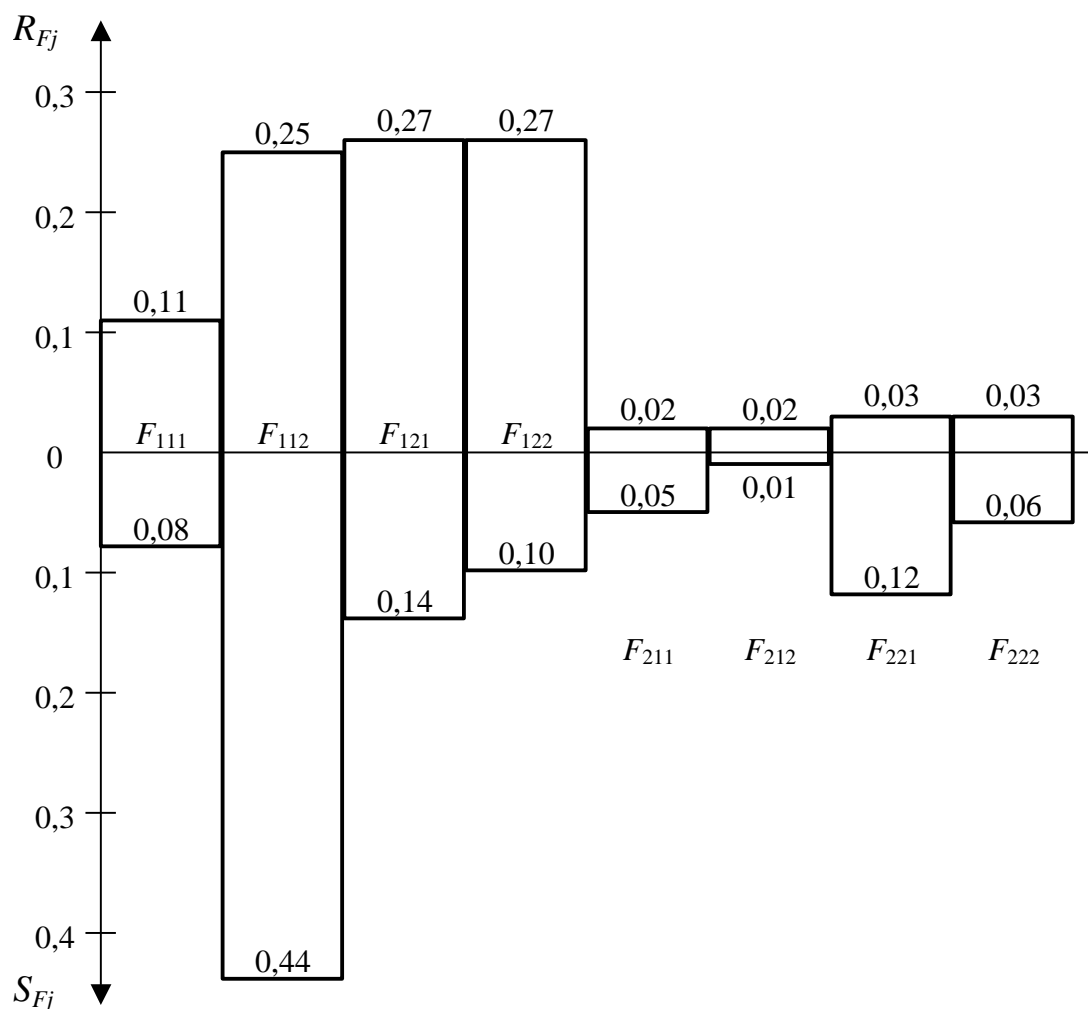


Рис. 4.4. Общий вид ФСД трансформатора

Из рис. 4.4 видно значительное превышение затрат (0,44) по функции F_{112} над относительной важностью функции (0,25) и по функциям F_{211} , F_{221} и F_{222} . Именно эти функции и их МНФ должны быть подвергнуты наиболее тщательному и в первую очередь анализу.

Варианты для выполнения практического занятия № 4

В табл. 4.6 представлены варианты затрат на МНФ трансформатора, а в табл. 4.7 значимость функций по вариантам.

Таблица 4.6

Затраты на МНФ по вариантам, руб.

Наименование МНФ	Индекс функции	Затраты на 1 МНФ по вариантам					
		1	2	3	4	5	6
1. Трансформатор	F_1	6150	6650	7100	7600	8150	8600

	F_2						
2. Катушка	F_{11} F_{12}	2950	3350	3700	4050	4400	4700
3. Крепёж	F_{21}	650	650	650	650	650	650
4. Клеммная планка	F_{22}	650	700	750	800	900	950
5. Магнитопровод	F_{111} F_{112}	1900	1950	2000	2100	2200	2300
6. Обмотка I	F_{112} F_{121}	1500	1700	1900	2000	2100	2200
7. Обмотка II	F_{112} F_{122}	1000	1200	1300	1500	1700	1900
8. Каркас катушки	F_{222}	400	400	450	450	500	500
9. Изоляция	F_{212}	50	50	50	100	100	100
10. Шпильки	F_{211}	500	500	450	450	400	400
11. Гайки, шайбы	F_{211}	150	150	200	200	250	250
12. Планка	F_{221}	200	200	200	200	250	250
13. Клеммы	F_{221}	450	500	550	600	650	700

Таблица 4.7

Значимость функций по вариантам

Индекс функции	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
F_1	0,85	0,87	0,90	0,92	0,91	0,93
F_2	0,15	0,13	0,10	0,08	0,09	0,07
F_{11}	0,40	0,45	0,50	0,50	0,45	0,50
F_{12}	0,60	0,55	0,50	0,50	0,55	0,50
F_{21}	0,40	0,40	0,45	0,45	0,50	0,40
F_{22}	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50	0,60
F_{111}	0,30	0,35	0,40	0,40	0,50	0,45
F_{112}	0,70	0,65	0,60	0,60	0,50	0,55
F_{121}	0,50	0,40	0,40	0,45	0,45	0,40
F_{122}	0,50	0,60	0,60	0,55	0,55	0,60
F_{211}	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
F_{212}	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
F_{221}	0,50	0,40	0,40	0,40	0,50	0,40
F_{222}	0,50	0,60	0,60	0,60	0,50	0,60

Практическое занятие № 5

Тема “Выбор ресурсосберегающего технологического процесса”

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний по теме “Организация технологической подготовки производства”; изучение методики и приобретение навыков расчёта технологической себестоимости продукции и выбора наиболее оптимального варианта технологического процесса.

Порядок выполнения лабораторной работы

Работа рассчитана на 6 часов и выполняется в следующей последовательности:

1. Студенты знакомятся с поставленной целью лабораторной работы.
2. Изучают теоретический материал по рассматриваемой теме, знакомятся с понятиями “технологическая себестоимость”, “переменные расходы”, “условно-постоянные расходы”, “система уравнений относительно объёма производства”, с правилами построения графиков и выбором оптимального варианта.
3. Знакомятся с приведенным примером расчёта и выбора оптимального варианта.
4. В соответствии с полученным вариантом задания выполняют лабораторную работу.
5. Защита лабораторной работы: она сводится к обоснованному выбору ресурсосберегающего технологического процесса, а также к ответу на поставленные теоретические вопросы.

Пример расчёта и выбора ресурсосберегающего технологического процесса

В качестве примера осуществим выбор ресурсосберегающего технологического процесса, состоящего из пяти операций (см. табл. 5.2), каждую из которых можно выполнить двумя способами. Для этого рассчитаем объём производства по каждой операции, при котором сравниваемые варианты экономически равноценны, построим графики изменения технологической себестоимости с минимальными затратами используемых ресурсов.

Таблица 5.2

Технологический процесс изготовления пассивной части
тонкоплёночных структур

Варианты технологии	P_p , руб./шт.	P_v , руб./год
1. Изготовление паст		
Вариант А	0,15	120
Вариант Б	0,12	150

2. Графаретная печать		
Бесконтактный метод	0,20	170
Контактный метод	0,15	200
3. Термообработка паст		
В пачках под инфракрасными лучами	0,12	250
В муфельных печах непрерывного действия	0,07	300
4. Подгонка толстоплёночных элементов		
Лазерный метод	0,35	310
Подгонка анодированием	0,25	350
5. Защита толстоплёночных элементов	0,19	120

Заданная программа $N = 800$ шт.

Расчёт критического объёма выпуска продукции по первой операции “Изготовление паст”

$$N_{кр1} = \frac{P_{v2} - P_{v1}}{P_{p1} - P_{p2}} = \frac{150000 - 120000}{150 - 120} = 1000 \text{ шт.}$$

Расчёт технологической себестоимости продукции по данной операции при полученном объёме $N_{кр} = 1000$ шт.

$$C_{m1} = 150 \cdot 1000 + 120000 = 270000 \text{ руб.};$$

$$C_{m2} = 120 \cdot 1000 + 150000 = 270000 \text{ руб.}$$

Построение графика изменения технологической себестоимости продукции и определение зон с наименьшими затратами. График строим на основе полученных расчётных данных. Задавшись значением $N < N_{кр}$ и $N > N_{кр}$, строим график в осях координат, одной из которых является (ордината) значение технологической себестоимости C_m , а другой (абсцисса) – значение годового объёма производства N , (рис. 5.1). При годовом объёме производства $N = 800$ шт. выбираем зону 1 и как следствие первый вариант технологического процесса, так как $C_{m1} < C_{m2}$.

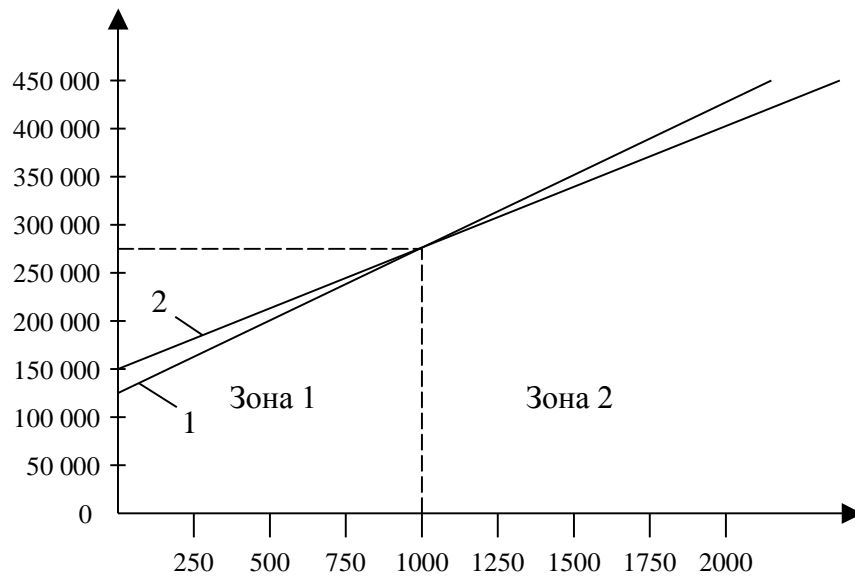


Рис. 5.1. График изменения технологической себестоимости по первой операции технологического процесса:
1 – I вариант; 2 – II вариант

Аналогично расчёт критического объёма выпуска продукции ведётся по всем остальным операциям, строятся графики для определения зон с наименьшими затратами, выбираются варианты технологических процессов.

Для пятой операции предлагается один вариант технологического процесса “Защита толстоплёночных элементов”, поэтому при калькулировании себестоимости продукции используются переменные затраты, равные 190 руб., и условно-постоянные – 120 тыс. руб.

Далее, исходя из заданной программы $N = 800$ шт. и выбранных вариантов (для первой операции – I вариант, для второй операции – II вариант, для третьей операции – I вариант, для четвёртой операции – II вариант, для пятой операции – предложенный вариант технологического процесса), определяется технологическая себестоимость продукции заданной программы:

$$C_m = (150 + 150 + 120 + 250 + 190) \cdot 800 + (120000 + 200000 + 250000 + 350000 + 120000) = 1728000 \text{ руб.}$$

Себестоимость единицы продукции составляет

$$C_{m.ед} = \frac{1728000}{800} = 2160 \text{ руб.}$$

Для случая, если технологический процесс необходимо выбрать из трёх вариантов и более (см. табл. 5.1) строится граф выбора оптимального варианта (рис. 5.2).

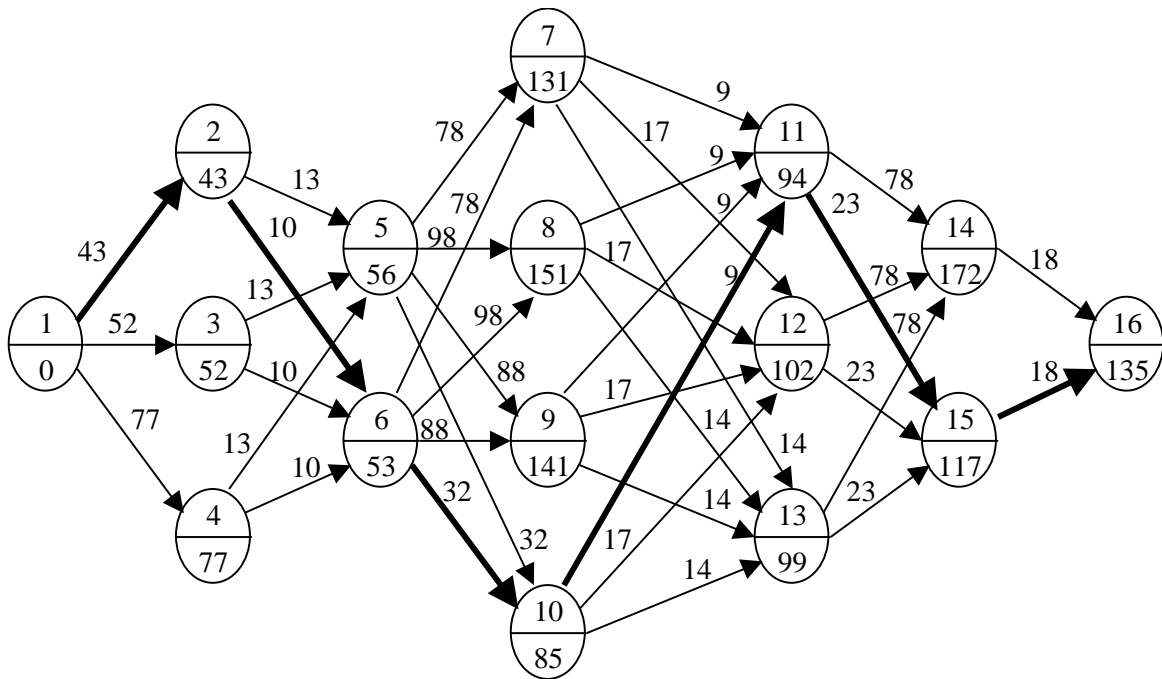


Рис. 5.2. Граф выбора оптимального варианта изготовления ИС

Для каждой дуги (операции) определяем технологическую себестоимость $C_{m(i-j)}$ по формуле (5.1). Пусть $N = 100$ шт. Тогда:

$$C_{m(1-2)} = 0,33 \cdot 100 + 10 = 43 \text{ руб.};$$

$$C_{m(1-3)} = 0,37 \cdot 100 + 15 = 52 \text{ руб.};$$

$$C_{m(1-4)} = 0,27 \cdot 100 + 50 = 77 \text{ руб.};$$

$$C_{m(2-5)} = C_{m(3-5)} = C_{m(4-5)} = 0,08 \cdot 100 + 5 = 13 \text{ руб.};$$

$$C_{m(2-6)} = C_{m(3-6)} = C_{m(4-6)} = 0,05 \cdot 100 + 5 = 10 \text{ руб.};$$

$$C_{m(5-7)} = C_{m(6-7)} = 0,48 \cdot 100 + 30 = 78 \text{ руб.};$$

$$C_{m(5-8)} = C_{m(6-8)} = 0,58 \cdot 100 + 40 = 98 \text{ руб.};$$

$$C_{m(5-9)} = C_{m(6-9)} = 0,68 \cdot 100 + 20 = 88 \text{ руб.};$$

$$C_{m(5-10)} = C_{m(6-10)} = 0,02 \cdot 100 + 30 = 32 \text{ руб.};$$

$$C_{m(7-11)} = C_{m(8-11)} = C_{m(9-11)} = C_{m(10-11)} = 0,04 \cdot 100 + 5 = 9 \text{ руб.};$$

$$C_{m(7-12)} = C_{m(8-12)} = C_{m(9-12)} = C_{m(10-12)} = 0,07 \cdot 100 + 10 = 17 \text{ руб.};$$

$$C_{m(7-13)} = C_{m(8-13)} = C_{m(9-13)} = C_{m(10-13)} = 0,09 \cdot 100 + 5 = 14 \text{ руб.};$$

$$C_{m(11-14)} = C_{m(12-14)} = C_{m(13-14)} = 0,73 \cdot 100 + 5 = 78 \text{ руб.};$$

$$C_{m(11-15)} = C_{m(12-15)} = C_{m(13-15)} = 0,03 \cdot 100 + 20 = 23 \text{ руб.};$$

$$C_{m(14-16)} = 0,08 \cdot 100 + 10 = 18 \text{ руб.};$$

$$C_{m(15-16)} = 0,08 \cdot 100 + 10 = 18 \text{ руб.}$$

В результате использования описанного алгоритма имеем:

$$\begin{aligned}
Z_{(1)} &= 0; \\
Z_{(2)} &= \min \{Z_{(1)} + C_{m(1-2)}\} = 0 + 43 = 43 \text{ руб.}; \\
Z_{(3)} &= \min \{Z_{(1)} + C_{m(1-3)}\} = 0 + 52 = 52 \text{ руб.}; \\
Z_{(4)} &= \min \{Z_{(1)} + C_{m(1-4)}\} = 0 + 77 = 77 \text{ руб.}; \\
Z_{(5)} &= \min \{Z_{(2)} + C_{m(2-5)}\} = 43 + 13 = 56 \text{ руб.}; \\
Z_{(6)} &= \min \{Z_{(2)} + C_{m(2-6)}\} = 43 + 10 = 53 \text{ руб.}
\end{aligned}$$

и т.д. для всех вершин графа, а полученные значения записываем в нижнюю половину кружка графа.

Технологический процесс с минимальной себестоимостью проходит только через те события, для которых выполняется условие

$$C_m = \sum_{i=1}^m C_{m(i-j)} \rightarrow \min .$$

Для нашего примера такой путь проходит через события 1-2-6-10-11-15-16.

Варианты для выполнения практического занятия № 5 Вариант 1

Таблица 5.3

Технологический процесс формирования Р-кармана в пластине
при изготовлении КМДП-ИМ

Варианты технологии	P_p , руб./шт.	P_v , руб./год
1. Локальное анизотропное травление Жидкостное Сухое	0,05 0,06	120 100
2. Эпитаксиальное наращивание канавок Гетероэпитаксия из жидкой фазы Гомоэпитаксия	0,06 0,065	150 140
3. Поликристаллическое удаление Механический метод Химический метод	0,03 0,04	160 140
4. Локальное анизотропное травление Жидкостное Сухое	0,05 0,06	120 100
5. Контроль электрических параметров	0,03	110

Заданная программа $N = 1\ 500$ шт.

Вариант 2

Таблица 5.4

Технологический процесс изготовления тонкостенного конденсатора

на основе пятиоксида титана

Варианты технологии	P_p , руб./шт.	P_v , руб./год
1	2	3
1. Напыление титана на поверхность алюминия Катодное распыление Электронно-лучевое испарение с окислением на подложке	0,06 0,06	150 130
2. Фотолитография под нижние обкладки конденсатора Проекционная Контактная	0,09 0,08	180 200
3. Нанесение танталовой плёнки Анодирование в электролитической ванне Химическое осаждение из раствора	0,04 0,03	200 250
4. Нанесение металла для верхней обкладки	0,03	100
5. Фотолитография под верхние электроды конденсатора Проекционная Контактная	0,09 0,08	180 200
6. Удаление электродов, которые были необходимы для анодирования	0,03	110

Заданная программа $N = 3\ 000$ шт.

Вариант 3

Таблица 5.5

Технологический процесс изготовления пластинчатых магнитопроводов

Варианты технологии	P_p , руб./шт.	P_v , руб./год
1. Штамповка-вырубка магнитопроводов Совмещённым штампом Последовательным штампом	0,012 0,008	100 120
2. Снятие заусенцев Шлифованием Вальцеванием	0,060 0,070	110 100
3. Правка пластин магнитопровода Пропусканием через валики Штампами	0,050 0,060	150 110
4. Отжиг пластин и нанесение изоляции Отжиг с ограниченным доступом воздуха Отжиг в вакууме	0,011 0,016	100 70
5. Сборка магнитопровода	0,010	50

Заданная программа $N = 2\ 000$ шт.

Вариант 4

Таблица 5.6

Технологический процесс изготовления керамических изоляторов

Варианты технологии	P_p , руб./шт.	P_v , руб./год
1	2	3
1. Грубое дробление сырьевого материала		
Щековым оборудованием	0,060	150
Шаровым оборудованием	0,080	100
2. Помол		
В шаровых мельницах	0,011	120
В вибрационных мельницах	0,012	100
3. Гранулирование пресс-порошка		
Распылительной сушкой с центробежным распылением	0,014	200
Распылительной сушкой с форсуночным распылением	0,016	150
4. Формовка заготовок керамических изоляторов		
Пластинчатая формовка	0,010	120
Штамповочная	0,009	150
5. Спекание	0,070	50

Заданная программа $N = 20\ 000$ шт.

Вариант 5

Таблица 5.7

Технологический процесс механической обработки изоляционных материалов

Варианты технологии	P_p , руб./шт.	P_v , руб./год
1. Штамповка		
С помощью вырубных штампов	0,06	150
С помощью ножевых штампов	0,07	110
2. Разрезание		
С помощью дисковой пилы	0,06	120
С помощью ленточной пилы	0,06	140
3. Обработка поверхностей		
На токарном станке	0,10	80
На фрезерном станке	0,09	100
4. Пропитка		
В холодном льняном масле	0,04	60
В горячем льняном масле с применением вакуум-	0,06	40

ного давления		
5. Сушка		
В обычных электропечах	0,02	150
В электропечах с принудительной циркуляцией воздуха	0,03	110

Заданная программа $N = 2\ 500$ шт.

Вариант 6

Таблица 5.8

Технологический процесс подготовки к пайке

Варианты технологии	P_p , руб./шт.	P_v , руб./год
1. Предварительная очистка поверхностей		
Химическая	0,070	120
Механическая	0,050	160
2. Нанесение защитного покрытия		
Ручным способом	0,050	50
Полуавтоматическим способом	0,025	100
3. Защита участков печатных плат, не подлежащих пайке		
Масками из алюминия	0,012	60
Масками из никелевой бумаги	0,020	160
4. Лужение контактных площадок		
С нанесением дозированного количества припоя	0,130	50
Методом погружения с последующим удалением избытков	0,090	70
5. Подготовка к пайке выводов деталей	0,040	30

Заданная программа $N = 1\ 500$ шт.

Вариант 7

Таблица 5.9

Процесс контроля производства структур тонкоплёночных микросхем

Варианты технологии	P_p , руб./шт.	P_v , руб./год
1. Контроль вакуума в камере		
Термопарным вакуумметром	0,020	100
Ионизированным вакуумметром	0,030	80
2. Контроль порционного давления и остаточных газов	0,020	40
3. Контроль температуры подложек		
Термопарами	0,060	80
Термисторами	0,080	60
4. Контроль толщины и скорости роста плёнок		
Резистивным методом	0,020	80

Ионизационным методом	0,025	60
5. Контроль структур		
Измерением параметров вручную	0,010	40
Автоматическим измерением	0,006	60

Заданная программа $N = 2\ 500$ шт.

Вариант 8

Таблица 5.10

Процесс фотолитографии

Варианты технологии	P_p , руб./шт.	P_v , руб./год
1. Нанесение фоторезистора		
Центрифугированием	0,050	100
Распылением	0,040	120
2. Сушка фоторезистора		
В электропечи	0,070	50
В лучах инфракрасной лампы	0,090	40
3. Совмещение фотошаблона с подложкой		
Базовое	0,050	80
Визуальное	0,040	100
4. Травление		
В парогазовых смесях	0,065	60
Электронно-лучевое	0,060	80
5. Снятие фоторезистора и контроль	0,052	25

Заданная программа $N = 2\ 500$ шт.

Вариант 9

Таблица 5.11

Изготовление ленточных витых сердечников

Варианты технологии	P_p , руб./шт.	P_v , руб./год
1. Нарезка ленты заданной ширины		
С помощью дисковой пилы	0,6	120
С помощью ленточной пилы	0,5	150
2. Обезжиривание ленты		
С помощью ультразвука	1,1	100
В органическом растворе	0,6	150
3. Нанесение изоляционного слоя		
Погружением	0,4	80
Электрофорезным методом	0,8	60
4. Навивка сердечника и пропитка лаками		
На токарном станке	1,2	300
С помощью специальной навивочной установки	1,0	350
5. Резка сердечника		

На специальной установке	1,0	120
На горизонтально-фрезерном станке	0,8	140

Заданная программа $N = 200$ шт.

Вариант 10

Таблица 5.12

Изготовление элементов волноводных трактов

Варианты технологии	P_p , руб./шт.	P_v , руб./год
1. Нарезка заготовок		
С помощью дисковой пилы	0,2	4
С помощью ленточной пилы	0,3	2
На фрезерном станке	0,4	4
2. Изгибание заготовок		
С заполнением легкоплавким сплавом	0,9	15
С заполнением стальными пластинами	0,9	8
Без заполнения внутреннего пространства	0,2	11
3. Покрытие серебром внутренней поверхности		
Методом химического осаждения	4,0	10
Электрохимическим методом	3,8	4
4. Полировка внутренних поверхностей		
Пневматическим полированием	1,5	6
Абразивным порошком	1,5	3
Пастой ГОИ	1,5	7

Заданная программа $N = 10$ шт.

Вариант 11

Таблица 5.13

Изготовление структур тонкоплёночных микросхем

Варианты технологии	P_p , руб./шт.	P_v , руб./год
1. Изготовление свободных масок		
Методом электролитического осаждения	0,10	46
Методом химического травления	0,15	46
Методом лучевой обработки	0,32	46
2. Получение плёнок		
Термовакuumным напылением	0,20	35
Ионным распылением	0,20	30
Электролитическим оксидированием	0,20	23
3. Подгонка номиналов плёночных элементов		
Воздушно-абразивная	0,10	13
Лазерным методом	0,15	26
Импульсная токовая	0,20	10

Анодированием	0,10	14
4. Защита тонкоплёночных элементов	0,20	4

Заданная программа $N = 100\ 000$ шт.

Практическое занятие № 6

Тема “Расчёт и оптимизация параметров сетевых графиков, используемых при создании и освоении новой техники”

Цель практического занятия - закрепление теоретических знаний по теме “Планирование и управление процессами создания и освоения новой техники”; изучение методики расчёта параметров сетевых графиков и приобретения навыков расчёта и оптимизации сетевых графиков по параметрам “время-ресурсы”.

Порядок выполнения практического занятия

Работа рассчитана на 6 часов и работа выполняется в следующей последовательности:

1. Студенты знакомятся с поставленной целью лабораторной работы.
2. Изучают теоретический материал по рассматриваемой теме, знакомятся с правилами построения сетевых графиков, табличным методом расчёта параметров сетевых графиков, эвристическими методами оптимизации параметров “время-ресурсы”.
3. Знакомятся с приведенным примером построения сетевого графика на выполнение ОКР, расчёта и оптимизации параметров “время-ресурсы”.
4. В соответствии с полученным вариантом задания рассчитывают и оптимизируют сетевой график по параметру “время-людские ресурсы”.
5. Защита лабораторной работы: она сводится к представлению рассчитанного и оптимизированного сетевого графика по параметру “время-людские ресурсы”, выделению длительности критического пути до и после оптимизации и определению резервов времени по всем работам, лежащим на некритическом пути, а также к ответу на поставленные теоретические вопросы.

Пример расчёта и оптимизации сетевого графика

Разработать план выполнения ОКР по созданию нового образца телевизора в виде сетевого графика на основе перечня работ и трудоёмкости их выполнения, приведенных в табл. 6.1, гр. 1, 3-6.

Произвести расчёт продолжительности каждой работы ($i - j$) исходя из заданной трудоёмкости и установленной численности (см. табл. 6.1, гр. 5 и 6); построить сетевой график на данный комплекс работ; закодировать построенный график; рассчитать параметры данного графика (наиболее ранние и наиболее поздние сроки свершения событий; наиболее ранние и наиболее поздние сроки начала и окончания работ; общие и частные резервы времени работ; продолжительность критического пути); произвести оптимизацию сетевого графика по параметру “время-людские ресурсы”.

1. Продолжительность выполнения каждой работы ($i - j$) определяется по формуле

$$t_{(i-j)} = \frac{T_{(i-j)}}{Ч_{(i-j)}K_B}, \quad (6.1)$$

где $T_{(i-j)}$ – трудоёмкость работы ($i - j$), чел.-недель;

$Ч_{(i-j)}$ – численность исполнителей работы ($i - j$), чел.;

K_B – коэффициент выполнения норм времени (принимается равным 1).

Таблица 6.1

Перечень ОКР по созданию нового образца телевизора

№ п/п	Код работы	Работа	Номера предшествующих работ	Трудоёмкость, чел.-неделя	Численность исполнителей, чел.	Продолжительность выполнения работ, неделя
1	2	3	4	5	6	7
1	0-1	Разработка технического задания	0	9	3	3
2	1-5	Патентный поиск	1	10	2	5
3	1-2	Выбор и расчёт скелетной схемы	1	6	2	3
4	1-3	Разработка эскизного проекта	1	16	4	4
5	2-4	Разработка принципиальной схемы	3	12	4	3
6	4-5	Расчёт принципиальной схемы и определение допусков на электронные параметры	5	8	4	2
7	3-5	Блочное проектирование макета нового телевизора	3, 4	20	4	5
8	5-7	Разработка и расчёт конструкторской документации для изготовления макета	2, 6, 7	24	6	4
9	5-6	Проектирование технологии и специальной оснастки	2, 6, 7	20	4	5
10	6-7	Изготовление оснастки	9	30	6	5

11	2-7	Обработка данных расчёта скелетной схемы и подготовка к макетированию	3	8	2	4
12	7-8	Изготовление макета нового телевизора	8, 10, 11	40	8	5
13	8-9	Испытание макета нового телевизора, изучение свойств и параметров, корректировка схем, расчётов, документации	12	15	5	3

Подставив в формулу (6.1) соответствующие данные по первой работе из табл. 6.1, получим

$$t_{(0-1)} = \frac{9}{3 \cdot 1} = 3 \text{ недели.}$$

Аналогично производим расчёты по всем остальным работам, а результаты заносим в гр. 7 табл. 6.1.

2. *Построение сетевого графика* осуществляться на основании данных, приведенных в гр. 1, 3 и 4 табл. 6.1 (рис. 6.6).

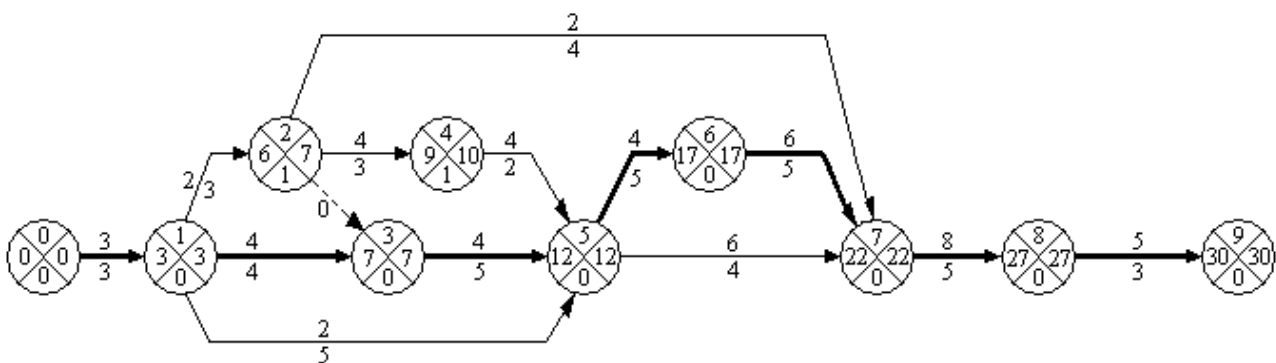


Рис. 6.6. Сетевой график на выполнение ОКР по созданию нового образца телевизора

3. *Кодирование сетевого графика* выполняется в соответствии с правилом № 8. Коды событий проставляются по возрастанию от i до j (см. рис. 6.6), а также в гр. 2 табл. 6.1.

4. *Расчёт параметров сетевого графика.*

Для пояснения методики расчёта рассмотрим два метода:

1. Расчёт параметров сетевого графика на самом графике.
2. Табличный метод расчёта.

Первый метод предусматривает расчёт следующих параметров:

- ранних сроков свершения событий (t_i^p);
- поздних сроков свершения событий (t_i^n);
- резервов времени свершения событий (R_i).

Для расчёта параметров сетевого графика по первому методу все события (кружки) делятся на четыре сектора (см. рис. 6.6). В верхних секторах проставляют коды событий. В левые сектора в процессе расчёта вписывают наиболее ранние сроки свершения событий (t_i^p), а в правые – наиболее поздние сроки свершения событий (t_i^n). В нижних секторах проставляют календарные даты или резервы событий (R_i).

Расчёт наиболее ранних сроков свершения событий ведётся слева направо, начиная с исходного события и заканчивая завершающим событием. Ранний срок свершения исходного события принимается равным нулю ($t_i^p = 0$). Ранний срок свершения j -го события определяется суммированием продолжительности работы ($t_{(i-j)}$), ведущей к j -му событию, и раннего срока предшествующего ему i -го события ($t_j^p = t_i^p + t_{(i-j)}$). Это при условии если в j -е событие, входит одна работа (например, для события № 2 $t_2^p = 3 + 3 = 6$), а если j -му событию предшествует несколько работ, то определяют ранние сроки выполнения каждой работы и из них выбирают максимальный по абсолютной величине и записывают в левом секторе события ($t_j^p = \max t_{(i-j)}^{po}$).

Например, $t_{(1-5)}^{po} = 3 + 5 = 8$; $t_{(3-5)}^{po} = 7 + 5 = 12$; $t_{(4-5)}^{po} = 9 + 2 = 11$. Из этих значений выбирают максимальное – 12 и вписывают в левый сектор события № 5. Аналогично расчёт ведётся до завершающего события.

Расчёт наиболее поздних сроков свершения событий ведётся справа налево, начиная с завершающего события и заканчивая исходным. Поздний срок свершения завершающего события принимается равным раннему сроку этого события ($t_j^n = t_j^p$). например $t_9^n = t_9^p = 30$. Это значение записывают в правый сектор события.

Наиболее поздний срок свершения i -го события определяется как разность между сроками последующего j -го события, записанным в правом секторе, и продолжительностью работы, ведущей из i -го события к j -му событию, т.е. $t_i^n = t_j^n - t_{(i-j)}$. Это значение вписывают в правый сектор i -го события, если из этого события выходит одна работа, а если из i -го события выходит несколько работ, то выбирают минимальное значение и записывают правый сектор i -го события, это и будет поздним сроком свершения i -го события.

Например, из события № 2 выходят три работы с поздними сроками свершения событий: $t_{(2-7)}^n = 22 - 4 = 18$; $t_{(2-4)}^n = 10 - 3 = 7$; $t_{(2-3)}^n = 7 - 0 = 7$. Из трёх значений выбирают минимальное, равное 7, и вписывают его в правый сектор события № 2. Аналогично расчёт ведётся до исходного события.

Расчёт резервов времени на свершение событий.

Резерв времени i -го события определяется непосредственно на сетевом графике вычитанием величины раннего срока свершения i -го события из величины позднего срока свершения i -го события ($R_i = t_i^n - t_i^p$).

Следует отметить, что все события, которые не имеют резервов времени, лежат на критическом пути, однако этого недостаточно, чтобы выделить работы, находящиеся на критическом пути. Например, несмотря на то, что у работы (5-7) ранние и поздние сроки свершения событий равны, она не лежит на критическом пути. Для выделения критических работ необходимо, чтобы $t_j^P - t_i^P = t_{(i-j)}$.

Например, для работы (5-7): $22-12 = 10$, а $t_{(5-7)} = 4$, следовательно, данная работа имеет резерв и потому не является критической. Критический путь проходит по работам (0-1), (1-3), (3-5), (5-6), (6-7), (7-8), (8-9).

Второй метод расчёта параметров сетевого графика (табличный) предусматривает расчёт следующих параметров:

- наиболее ранних сроков начала $i - j$ работ ($t_{(i-j)}^{p.H}$);
- наиболее ранних сроков окончания $i - j$ работ ($t_{(i-j)}^{p.o}$);
- наиболее поздних сроков начала $i - j$ работ ($t_{(i-j)}^{n.H}$);
- наиболее поздних сроков окончания $i - j$ работ ($t_{(i-j)}^{n.o}$);
- общих резервов времени $i - j$ работ ($R_{(i-j)}$);
- частных резервов времени первого $r'_{(i-j)}$ и второго $r''_{(i-j)}$ вида работы $i - j$.

Все указанные параметры сетевого графика определяются в табличной форме (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Расчёт параметров сетевого графика табличным методом

Код		$t_{(i-j)}$	$t_{(i-j)}^{p.H}$	$t_{(i-j)}^{p.o}$	$t_{(i-j)}^{n.H}$	$t_{(i-j)}^{n.o}$	$R_{(i-j)}$	$r''_{(i-j)}$	$r'_{(i-j)}$
i	j								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1	3	0	3	0	3	0	0	0
1	2	3	3	6	4	7	1	0	1
1	3	4	3	7	3	7	0	0	0
1	5	5	3	8	7	12	4	4	4
2	3	0	6	6	7	7	1	1	0
2	4	3	6	9	7	10	1	0	0
2	7	4	6	10	18	22	12	12	11
3	5	5	7	12	7	12	0	0	0
4	5	2	9	11	10	12	1	1	0
5	6	5	12	17	12	17	0	0	0
5	7	4	12	16	18	22	6	6	6
6	7	5	17	22	17	22	0	0	0
7	8	5	22	27	22	27	0	0	0
8	9	3	27	30	27	30	0	0	0

Расчёт параметров сетевого графика начинают с заполнения первых трёх графов таблицы. В гр. 1 и 2 записывают коды событий, строго по их возрастанию, а в гр. 3 проставляют продолжительность выполнения работ. Далее рассчитывают наиболее ранние сроки начала и окончания работ (см. табл. 6.2, гр. 4 и 5). Расчёт ведётся сверху вниз.

Для работ, опирающихся на исходное событие, наиболее раннее начало принимают равным нулю ($t_{(i-j)}^{p.H} = 0$) и проставляют в гр. 4 табл. 6.2. Ранний срок окончания работ получается в результате сложения $t_{(i-j)}^{p.H}$ и $t_{(i-j)}$ в каждой строке ($t_{(i-j)}^{p.O} = t_{(i-j)}^{p.H} + t_{(i-j)}$). Полученный результат записывают в гр. 5 табл. 6.2.

Для определения раннего срока начала последующих работ в вышерасположенных строках таблицы находится обозначение работы, у которой последующее событие j имеет номер предыдущего события i рассчитываемой работы, и значение $t_{(i-j)}^{p.O}$ из этой строки (гр. 5) переносят в гр. 4 $t_{(i-j)}^{p.H}$ строки рассчитываемой работы.

Если начальному событию рассматриваемой работы предшествует несколько работ, то в качестве $t_{(i-j)}^{p.H}$ выбирают наибольшее значение ($t_{(i-j)}^{p.H} = \max \{ t_{(h-i)}^{p.O} \}$). Например, $t_{(5-6)}^{p.H} = 12$, так как работе (5-6) предшествует три работы: (1-5), (3-5), (4-5), из которых работа (3-5) имеет максимальное раннее окончание равное 12, а работы (1-5) и (4-5) соответственно имеют $t_{(i-j)}^{p.O}$, равное 8 и 11.

Расчёт наиболее поздних сроков начала и окончания работ ведётся снизу вверх в гр. 6 и 7 табл. 6.2.

Для завершающего события наиболее ранний срок свершения равен наиболее позднему сроку и равен продолжительности критического пути, т.е. $t_{(j-k)}^{p.O} = t_{(j-k)}^{n.O} = t_{кр}$.

Для нашего случая $t_{(8-9)}^{p.O} = t_{(8-9)}^{n.O} = 30$. Это значение записываются в гр. 7 табл. 6.2. Позднее начало определяется как разность между $t_{(i-j)}^{n.O}$ и её продолжительностью, т.е. $t_{(i-j)}^{n.H} = t_{(i-j)}^{n.O} - t_{(i-j)}$.

Позднее окончание для каждой работы ($i - j$) определяется путём отыскания поздних начал работ – последующих за данной работой. Если за ней следует одна работа, то $t_{(i-j)}^{n.H}$ будет являться $t_{(i-j)}^{n.O}$ для рассматриваемой работы и её значение из гр. 6 переносят в гр. 7 табл. 6.2. Например, данная работа (5-7), за ней следует одна работа (7-8), у которой $t_{(7-8)}^{n.H} = 22$, следовательно, $t_{(5-7)}^{n.O} = 22$. Если за данной работой следует несколько работ, тогда выбирается минимальное значение позднего их начала. Например, за работой (4-5) следуют две рабо-

ты (5-6) и (5-7), т.е. $t_{(5-6)}^{n.H} = 12$ и $t_{(5-7)}^{n.H} = 18$. Выбирают минимальное значение, равное 12, и переносят из гр. 6 в гр. 7 для работы (4-5), т.е. $t_{(4-5)}^{n.O} = 12$.

Полный (общий) резерв времени работы $(i - j)$ определяют как разность между наиболее поздним (гр. 7) и наиболее ранним (гр. 5) окончанием работы $(i - j)$, а результат записывают в гр. 8 табл. 6.2. Например, $R_{(1-5)} = t_{(1-5)}^{n.O} - t_{(1-5)}^{P.O} = 12 - 8 = 4$.

Расчёт частных резервов времени работы $(i - j)$ ведётся в табличной форме снизу вверх с использованием формул для определения частного резерва времени первого вида (результат записывают в гр. 10 табл. 6.2)

$$r'_{(i-j)} = t_{(i-j)}^{n.O} - t_{(h-i)}^{n.O} - t_{(i-j)}.$$

Например, $r'_{(2-7)} = 22 - 7 - 4 = 11$.

Частный резерв времени второго вида рассчитывается по формуле (результат заносят в гр. 9 табл. 6.2)

$$r''_{(i-j)} = t_{(j-k)}^{P.H} - t_{(i-j)}^{P.O}.$$

Например, $r''_{(2-7)} = 22 - 10 = 12$.

5. Оптимизация сетевого графика по параметру “время – ресурсы”.

Эта оптимизация производится эвристическим методом. Сначала график оптимизируют по параметру “время”, а затем, если он удовлетворяет длительности критического пути, – по ресурсам (людским, материальным и др.). По параметру “время” существует несколько способов приведения графика в соответствие с заданными сроками, например, пересмотр топологии сети, сокращение продолжительности работ, лежащих на критическом пути, и др.

В нашем случае $t_{кр} = 30$ недель устраивает разработчика, и график пока не оптимизируется по параметру “время”.

Оптимизация сетевого графика по параметру “людские ресурсы” сводится к расчёту численности исполнителей по календарным периодам и приведению её к заданным ограничениям. Для этого сетевой график наносят на календарную сетку (рис. 6.7, а), при этом работы изображаются стрелками в масштабе времени их свершения по наиболее ранним срокам, а резервы времени работ (частные резервы времени работ второго вида) изображают пунктирными линиями со стрелкой.

После построения графика в масштабе времени над стрелками (работами) проставляют числа исполнителей, которые затем суммируются по календарным периодам, и результаты сравнивают с располагаемой численностью. Под сетевым графиком строят график загрузки людских ресурсов по плановым периодам (рис. 6.7, б). Если расчётные числа превышают располагаемую численность исполнителей в каком-либо периоде (в нашем случае располагаемая численность – 8 человек), то начало работ сдвигается на более ранние или более поздние сроки в пределах имеющихся резервов времени выполнения работ с таким расчётом, чтобы сумма людских ресурсов по календарным периодам не превышала наличную численность работников. В нашем случае имеется превышение

численности в отдельные плановые периоды (см. рис. 6.7, б) и недогрузка исполнителей в отдельные недели.

В этой связи было перемещено начало выполнения отдельных работ в пределах имеющихся резервов времени. В частности, работа (1-5) перемещена на более раннее её начало с изменением топологии сетевого графика; начало работ (4-5) и (2-7) перемещено соответственно на величину их резервов; время выполнения работы (5-7) увеличено с 4 до 6 недель с сокращением численности исполнителей; срок выполнения завершающей работы (8-9) сокращён с 3 до 2 недель с увеличением численности исполнителей.

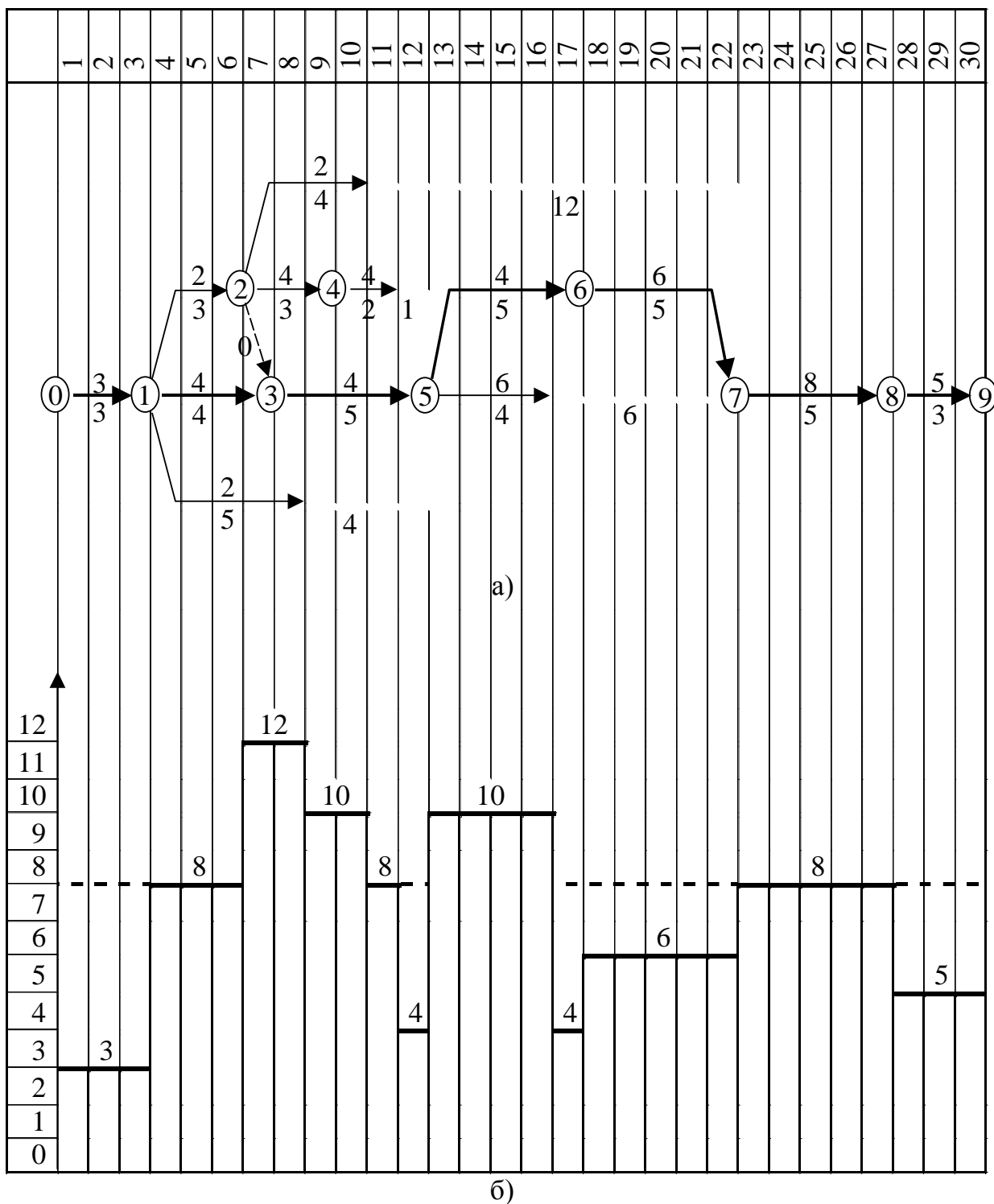


Рис. 6.7. Сетевой график и график движения людских ресурсов до оптимизации по параметру “время – ресурсы”

Сетевой график и график загрузки людских ресурсов после оптимизации представлены на рис. 6.8. Приоритет передвижения работ по оси времени отдавался работам с наибольшими резервами времени. Из рис. 6.8 видно, что критический путь сократился на 1 неделю и составил 29 недель, а численность исполнителей по всем плановым периодам не превышает 8 человек.

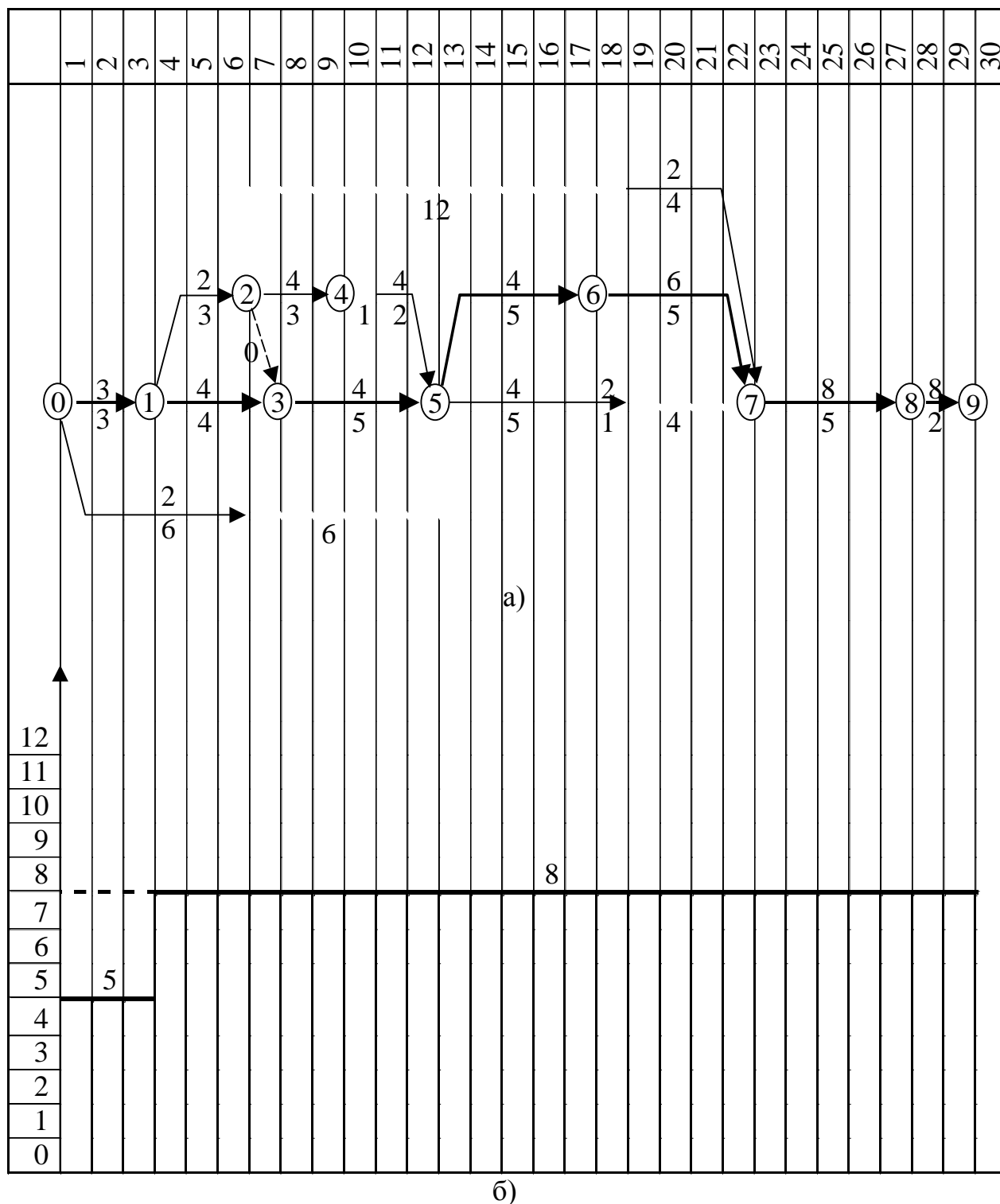


Рис. 6.8. Сетевой график движения людских ресурсов после оптимизации по параметру “время – ресурсы”

Варианты для выполнения практического занятия № 6

1. Построить сетевой график по данным, приведенным в карточке-определителе работ (табл. 6.3), рассчитать параметры (ранние и поздние сроки начала и окончания работ, резервы времени работ и событий, длительность критического пути). Провести оптимизацию сетевого графика по трудовым ресурсам и времени. Введено ограничение по числу конструкторов – 7 человек.

Таблица 6.3

Карточка-определитель работ

№ п/п	Код работы	Работа	Номера предшествующих работ	Численность исполнителей, чел.	Продолжительность выполнения работ, недель
1	2	3	4	5	6
1	0-1	Разработка ТЗ на РТМ	0	2	1,5
2	1-2	Доработка и уточнение ТЗ на РТМ	1	3	3,5
3	1-4	Составление ТЗ на разработку АЛУ	1	2	1,0
4	1-3	Составление ТЗ на разработку электросхем	1	1	0,5
5	1-10	Разработка проектов стандартов	1	2	2,5
6	10-14	Выверка и уточнение проектов стандартов	5	2	4,0
7	8-9	Внесение изменений в макет АЛУ	10	1	1
8	2-14	Разработка технического проекта	2	5	4,5
9	4-6	Разработка конструкции АЛУ (проекта)	2, 3	2	0,5
10	6-8	Изготовление макета АЛУ	9	3	2,0
11	3-5	Разработка электротехнических схем	4	2	1,0
12	5-7	Расклад ТЭЗов	11	2	1,0
13	7-9	Изготовление ТЭЗов	12	2	0,5
14	9-11	Сборкам ТЭЗов в макете АЛУ	13	2	0,5
15	11-12	Отладка макета АЛУ	14	2	1,5
16	12-13	Испытание макета АЛУ	15	2	1,5
17	13-14	Корректировка ТД по АЛУ	16	3	2,0
18	14-15	Передача ТПЗ заказчику	6, 8, 17	2	0,5

На усмотрение преподавателя количество вариантов можно увеличить, изменяя продолжительность выполнения работ и численность исполнителей.

2. Построить сетевой график конструкторской подготовки производства нового изделия, выполняемой 12 конструкторами, рассчитать параметры сетевого графика; провести оптимизацию по параметрам “время-ресурсы”.

Исходные данные приведены в карточке-определителе работ и событий (табл. 6.4).

Таблица 6.4

Определитель работ и событий

Код работ		Работа	$t_{ож}$ неделя	Численность исполнителей	Код события	Событие
i	j					
1	2	3	4	5	6	7
0	1	Разработка технического задания	2	5	0	Задание на разработку технического задания
0	2	Составление спецификации на изделие	1	3		
1	2	Размещение заказа на покупку комплектующих изделий	2	5	1	Техническое задание разработано
1	3	Разработка ТТР	6	12		
2	7	Приёмка комплектующих изделий	1	3	2	Заказы на приёмку комплектующих изделий приняты
3	4	Отливка заготовок	3	3	3	ТТР разработан
3	5	Штамповка заготовок	2	2		
4	6	Обработка деталей	4	5		Отливка заготовок
5	7	Отделка деталей	1	2	5	Штамповка заготовок закончена
6	7	Отделка деталей	1	2	6	Обработка деталей
7	8	Сборка опытного образца	6	10	7	Комплектность образца подготовлена
8	9	Испытание опытного образца изделия	4	8	8	Опытный образец собран
9	10	Составление рабочего проекта	3	10	9	Опытный образец испытан
					10	Рабочий проект составлен

На усмотрение преподавателя количество вариантов можно увеличить, изменяя продолжительность выполнения работ ($t_{о.ж}$) и численность исполнителей.

Литература

1. Афитов Э.А., Новицкий Н.И., Наливайко Л.Ч., Чигрин В.П. Лабораторный практикум по курсу “Основы менеджмента” / Под ред. Н.И.Новицкого. – Мн.: БГУИР, 1996. – 60 с.
2. Лабораторный практикум по курсу “Организация производства” для студентов специальности “Экономика и управление предприятием” / Под ред. Н.И.Новицкого. – Мн.: БГУИР, 1998 – 66 с.
3. Лабораторный практикум по курсу “Организация и планирование производства. Управление предприятием” / Н.П.Беляцкий, В.К.Круговой, Н.И.Новицкий и др. – Мн.: МРТИ, 1992. – 60 с.
4. Методические указания к проведению лабораторной работы по курсу “Организация и планирование производства” для студентов радиотехнических специальностей. В 2 ч. Ч. 2: Функционально-стоимостной анализ / Сост. К.Д.Гарбер, В.В.Грек, Н.А.Орлов. – Мн.: МРТИ, 1989. – 51 с.
5. Новицкий Н.И. Организация и планирование производства: Практикум / Н.И.Новицкий. – Мн.: Новое знание, 2004. – 256 с.
6. Новицкий Н.И. Организация производства на предприятиях: Учеб.-метод. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 392 с.
7. Новицкий Н.И. Основы менеджмента: организация и планирование производства: задачи и лабораторные работы. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 208 с.
8. Новицкий Н.И., Пашуто В.П. Организация, планирование и управление производством: Учеб.-метод. пособие / Под ред. Н.И.Новицкого. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 576 с.

Содержание

Введение		3
Практическое занятие № 1	Расчёт календарно-плановых нормативов организации сложного (сборочного) производственного процесса	5
Практическое занятие № 2	Расчёт календарно-плановых нормативов и построение стандарт-плана многопредметной прерывно-поточной линии с последовательно-партионным чередованием предметов труда	12
Практическое занятие № 3	Выбор оптимального варианта обслуживания технологического оборудования промышленным роботом..	21
Практическое занятие № 4	Функционально-стоимостной анализ в конструкторской подготовке производства	27
Практическое занятие № 5	Выбор ресурсосберегающего технологического процесса	37
Практическое занятие № 6	Расчёт и оптимизация параметров сетевых графиков, используемых при создании и освоении новой техники	48
Литература	61

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Кафедра «Экономика, организация и управление производством»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления подго-
товки



38.03.01 «Экономика»

код и наименование направления подготовки

/ Резник С.Д. /

«28» сентября 2017 г.

А.Н. Усатенко

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Методические указания к самостоятельной работе студентов

направление подготовки 38.03.01 «Экономика»

Пенза 2017

УДК
ББК

Рецензенты:

К.э.н., доцент каф. «Экономика, организация
и управление производством» ФГБОУ ВО
Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства Хрусталева Б.Б.

Усатенко А.Н.

Организация производства: методические указания к самостоятельной работе студентов / А.Н. Усатенко – Пенза.: ПГУАС, 2017. – 16 с.

Методические указания содержат тестовые задания, контрольные вопросы, темы для самостоятельного изучения, тематику рефератов, докладов.

Методические указания к самостоятельной работе студентов по курсу «Организация производства» разработаны на кафедре «Экономика, организация и управление производством» и предназначены для бакалавров, обучающихся по направлению 38.03.01 «Экономика».

2

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2017
© Усатенко А.Н. 2017

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания к выполнению самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлению 38.03.01 «Экономика» разработаны в соответствии с рабочей программой дисциплины «Организация производства».

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-4 - способность находить организационно-управленческие решения в профессиональной деятельности и готовность нести за них ответственность
- ПК-4 - способностью на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции):

Знать:

- особенности организации производства основных цехов различных отраслей промышленности;
- типы, формы и методы организации современного производства;
- организацию производственной инфраструктуры на отечественных промышленных предприятиях;
- сущность и алгоритм выполнения операций по проектированию организации нового производства;

Уметь:

- организовывать производственные процессы на предприятиях машиностроения
- выносить обоснованные суждения по вопросам организации производства;
- проводить сравнительный анализ различных вариантов организации производства;
- уметь организовывать процесс создания и освоения новой промышленной продукции;

3

Владеть:

- навыками для принятия оптимальных производственных решений, имеющих практическое значение для будущего бакалавра экономики в области организации производства;
- навыками, необходимыми для осмысления процессов, происходящих в производственной системе.

Иметь представление:

- о способах для принятия оптимальных производственных решений, имеющих практическое значение для будущего бакалавра экономики в области
- о теоретических основах и закономерностях организации производства на предприятиях.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Тема 1 ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ КУРСА	5
Тема 2 ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ И ЕГО ОРГАНИЗАЦИЯ	7
Тема 3. ПОНЯТИЕ О ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ	9
Тема № 4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА В ПРОСТРАНСТВЕ И ВО ВРЕМЕНИ	15
Тема № 5 ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА. ПОСТРОЕНИЕ СТАНДАРТ-ПЛАНА	19
Литература	21

Тема 1 ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ КУРСА

Организация производства, комплекс мероприятий, направленных на рациональное сочетание процессов труда с вещественными элементами производства в пространстве и во времени с целью повышения эффективности, т. е. достижения поставленных задач в кратчайшие сроки, при наилучшем использовании производственных ресурсов.

Объект изучения дисциплины — промышленное предприятие, которое рассматривается как производственная система. Предметом является изучение закономерностей развития производства, определяемых экономическими законами, и методическими подходами, с учетом требований рационального использования ресурсов и создания организационных условий для обеспечения целостности, непрерывности и максимальной эффективности производства.

Организация производства подчиняется определённым законам и закономерностям, таким, как закон динамического равновесия, закон возрастающего производства, закономерности организационного, технического, технологического характера. Разноплановость задач организации производства отвечает критерию успешности хозяйствования.

Исходные данные и задания

Задание №1. Исходя из того, что в 2016 было 366 календарных дней, из них 104 выходных и 9 праздников, 8 дней в году₅ были предпраздничными, с сокращением на 1 час рабочей смены необходимо рассчитать календарный, номинальный и фактический фонд рабочего времени. Работа организована в 2 смены. Потери связанные с проведением планового ремонта составили 3 %, а с наладкой - 5%.

Задание №2. При условии что годовая программа выпуска изделия составляет 100000 шт, норма времени - 15 мин, работа организована в 2 смены, действительный фонд работы оборудования составляет 3950 ч., рассчитать потребное количество оборудования.

Задание №3. В первую смену работает 85 станков, во вторую - 70, в третью - 50, Рассчитать коэффициент сменности, при условии, что в цеху установлено 90 станков.

Контрольные вопросы:

1. является предметом науки «Организация производства»?
2. Что является объектом науки «Организация производства»?
3. Что характеризует эффективность производственной деятельности предприятия?
4. Какие методы используются для организации производственной деятельности?
5. Комплекс мероприятий по организации производства направлен на рациональное сочетание чего?
6. Какие методы экономических исследований применяются наукой «Организация производства», их содержание и особенности.
7. Какие законы и закономерности экономического развития используются в «Организации производства»?
8. Основные элементы производства?

Темы для самостоятельного изучения, написания рефератов:

1. Идеи и практическая деятельность основоположников науки и практики
2. Практика организации производства развития стран
3. Современное состояние науки за рубежом

Тема 2 ~~Исходные данные и задания~~ ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ И ЕГО ОРГАНИЗАЦИЯ

Предприятие рассматривается как динамичная система - т.е. совокупность подсистем, взаимодействие которых определяет жизнеспособность системы. Производственная система — это особый класс систем, включающий работников, орудия и предметы труда и другие элементы, необходимые для функционирования системы, в процессе чего создаются продукция или услуги.

Исходные данные и задания

1. Определите, к каким типам относятся производства, описанные в таблице :

Характеристика предприятий различных направлений деятельности

Направление деятельности	Число операций	Число рабочих мест
Производство бытовой техники	22	10
Выпуск продуктов питания	10	2
Экспериментальное предприятие	24	1
Производство канцелярских товаров	8	8

2. Представьте схематически производственную систему каждого из предприятий

7

3. Имеются данные о техпроцессе изготовления втулки (таблица). Определите наиболее рациональный тип производства при условии, что работа организована в 2 смены и годовая программа выпуска равна 150000 шт.

Техпроцесс изготовления втулки

Наименование технологической операции	Норма штучного времени для выполнения операции
токарная	8,57
фрезерная	3,29

сверлильная	0,24
шлифовальная	1,92

Темы для написания рефератов

1. Отраслевая организация промышленности РФ.
2. Сравнительная характеристика внешней среда производственной системы предприятий РФ и западных стран (по выбору).
3. Классификация существующих видов предприятий на примере промышленности РФ.
4. Предприятие как совокупность элементов производственной структуры на примере производственного предприятия РФ.
5. Сравнительная характеристика подсистем производственных предприятий РФ и зарубежных.

Тема 3. ПОНЯТИЕ О ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ

Производственный процесс — совокупность взаимосвязанных процессов труда и естественных процессов, в результате которых исходное сырье и материалы превращаются в готовую продукцию. В зависимости от *назначения продукции* все производственные процессы подразделяются на основные, вспомогательные и обслуживающие. *Основными* являются технологические процессы превращения сырья и материалов в готовую продукцию. *Вспомогательные процессы* способствуют бесперебойному протеканию основных процессов. *Обслуживающие процессы* призваны создавать условия для успешного выполнения основных и вспомогательных процессов.

Практические ситуации и примеры решения

Необходимо рассчитать такт работы переменного-поточной линии по каждому из наименований, обрабатываемых деталей. Определить требуемое количество станков на линии и уровни их загрузки. Месячная программа выпуска детали А - 300 шт., детали Б - 3000 шт. Производство организовано в 2 смены, длительность смены - 8 часов, коэффициент потерь по организационно-

техническим причинам составляет 0,97. В месяце 22 рабочих дней. Данные о
исходные данные и задания
трудоемкости изготовления изделий приведены в таблице 3.2.

Данные о трудоемкости изготовления изделий

Наименование операции	Норма штучного времени, мин	
	Изделие А	Изделие Б
токарная	3	3
фрезерная	3	2,5
токарная	2	3
сверлильная	2,5	4
шлифовальная	3	3

Общая трудоемкость изготовления изделия А (T_pA) составит

$$T_pA = 3 + 3 + 2 + 2,5 + 3 = 13,5 \text{ мин}$$

Общая трудоемкость изготовления изделия Б (T_pB) составит

$$T_pB = 3 + 2,5 + 3 + 4 + 3 = 15,5 \text{ мин}$$

Общая трудоемкость изготовления месячной программы изделия А и Б

$$T_p = 13,5 \cdot 300 + 15,5 \cdot 3000 = 50550 \text{ мин}$$

Удельный вес трудоемкости изготовления программы выпуска изделия А

$$U_{дA} = \frac{13,5 \cdot 300}{50550} \cdot 100\% = 8\%$$

($U_{дA}$) в общих трудозатратах составит: 9

Действительный фонд времени составит

$$P_d = 22 - 8 - 0,97 = 171 \text{ ч}$$

Действительный фонд изготовления изделия А составит

$$B_{дA} = 171 - 0,08 = 14 \text{ ч}$$

Действительный фонд изготовления изделия Б составит

$$B_{дB} = 171 - 0,92 = 157 \text{ ч}$$

Аналогичный расчет проводится для всех остальных операций и техпроцесса изготовления изделия Б.

Загрузка оборудования по первой операции (токарной) на линии по

производству изделия А и Б определяется корректировкой загрузки на удельный вес.

$$41=0,54-0,08+0,95-0,92=0,92$$

Соответственно принятое количество необходимого оборудования для проведение первой операции (токарной) составит 1 станок.

$$ч= \frac{92,3 + 77,6 + 93,7 + 65,9 + 92,3}{5} \quad 84,3\%$$

Аналогичный расчет делается по всем операциям технологического процесса изготовления изделий А и Б.

Количество станков на линии для каждой из операций принимают по максимальному количеству необходимому для производства изделия А и Б.

Расчетные данные сводятся в итоговую таблицу.

Сводная таблица расчета комплекса оборудования и загрузки поточной линии

Исходные данные и задания

Практическая ситуация №1

В таблице 2.4 имеются данные о техпроцессе изготовления втулки, месячная программа выпуска которой составляет 12 500 шт. Определить необходимое количество оборудования на переменноточной линии и его загрузку, при условии, что производство организовано в 2 смены по 8 часов каждая, а коэффициент потерь по организационно-техническим причинам составляет 0,97. Месячный фонд времени составляет 22 рабочих дня.

Для всех последующих задач необходимо определить:

- > такт работы линии каждому наименованию изделий;
- > потребное количество оборудования для производства каждого наименования изделий;
- > потребное количество станков на линии;
- > уровень загрузки производственного оборудования по видам изделий и по линии в целом.

Практическая ситуация №2

В цеху также организовано производства пробки и крышки. Данные о трудоемкости их производства представлены в таблице. Определить необходимое количество оборудования на переменнo-поточной линии и его загрузку.

Данные о трудоемкости изготовления изделий

операция	штучная норма времени, мин	
	пробка	крышка
токарная	6,6	5,4
фрезерная	4,2	1,2
сверлильная	0,68	0,6
шлифовальная	0,36	0,24
Месячная программа выпуска	15000	12000

Практическая ситуация №3

На прерывно поточной линии обрабатывается шестерня. Технологический процесс обработки деталей состоит из шести операций, нормы времени которых соответственно составляют $t_{шт1}=13$; $t_{мх2}=8$; $t_{мТ3}=3,5$; $t_{п4}=5$; $t_{м5}=2,5$; $t_{м6}=3$. Программа выпуска за сутки - 250 шт. Режим работы 2 сменный по 8 часов каждая. Технологический перерыв составляет 20 мин в смену.

Практическая ситуация №4

Один из блоков пяти различных изделий (А,Б,В,Г и Д) имеет значительное конструктивное сходство и может быть изготовлен по типовому технологическому процессу. Участок производства работает в 2 смены по 8 часов каждая. Технологический перерыв составляет 20 мин в смену. Количество рабочих дней - 22. Месячная программа выпуска по изделиям: А- 6000 шт., Б- 3000 шт., В- 3600 шт., Г- 5500 шт., Д- 1000 шт. Данные о технологическом процессе производства представлены в таблице.

Номер операции	Норма времени на операцию, мин				
	А	Б	В	Г	Д
1	1,6	2,2	3,3	1,6	6,0
2	1,5	4,5	4,8	1,25	3,6
3	0,8	3,0	4,9	1,56	5,4
4	0,7	2,5	4,2	1,87	4,0

5	3,0	2,5	2,6	1,8	3,8
6	2,2	4,6	2,5	3,5	4,7
7	1,7	1,6	2,2	3	6,2
8	2,0	1,5	1,8	2,1	7,0

Тема № 4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА В ПРОСТРАНСТВЕ И ВО ВРЕМЕНИ

Процесс производства организуется во времени через временные связи. При рациональной организации труда обеспечивается наименьшая длительность производственного цикла изготовления продукции. Под производственным циклом понимается календарный период времени с момента запуска сырья, материалов в производство до полного изготовления готовой продукции.

Пространственное расположение производств, цехов и хозяйств на территории предприятия осуществляется по генеральному плану предприятия, разрабатываемому при его создании.

Генеральный план предприятия - это проектируемое или фактическое размещение на плане земельного участка всех производственных подразделений предприятия, согласованное с особенностями рельефа местности и требованиям благоустройства территорий.

Несмотря на разнообразие цехов и участков основного производства, они формируются по конкретным признакам, определяющим их структуру. К таким признакам относится технологическая и предметная специализация.

Для количественного анализа структуры предприятия используется широкий круг показателей, характеризующих как размер производственных звеньев, степень централизации, уровень специализации, эффективность размещения так и характер взаимосвязи.

Практические ситуации и примеры решения

Практическая ситуация №1

Определите длительность производственного цикла обработки партии деталей из 50 шт в днях. при последовательном виде движения ее в

пространстве. Режим работы двухсменный по 8 часов коэффициент рабочих дней 0,7. Длительность естественных перерывов составляет 20 мин в смену. Время межоперационного прослеживания - 1 мин. Данные о норме времени на операцию и установленном оборудовании представлены в таблице.

Трудоемкость изготовления партии деталей

операция	1	2	3	4	5	6	7	8
t-шт, мин	12	3	2	5	8	10	2,5	6
оборуд.,шт	2	1	1	1	1	2	1	1

Длительность технологического цикла обработки партии деталей из 50 шт при последовательном виде движения предметов труда будет равна:

$$T_{ц(посл)}^{tex} = 50 - (12 + 3 + 2 + 5 + 8 + 10 + 2,5 + 6) = 1875 \text{ мин}$$

Длительность производственного цикла составит

$$T_{ц}^{pp} = 1875 + 20 - 2 + 8 = 1923 \text{ мин}$$

Длительность производственного цикла в рабочих днях составит

$$T_{ц}^{pp} = 1923 - 0,7 = 1,4 \text{ дн}$$

Практическая ситуация № 2

13

Определите длительность производственного цикла обработки партии деталей из 800 шт в днях. при последовательно - параллельном виде движения ее в пространстве. Размер передаточной партии - 10 %. Режим работы двухсменный по 8 часов, коэффициент рабочих дней 0,7. Длительность естественных перерывов составляет 20 мин в смену. Время межоперационного пролеживания - 60 мин. За каждой операций закреплен 1 станок.

Длительность технологического цикла при последовательно — параллельном виде движения передаточной партии в пространстве:

$$T_{ц(п.п.)}^{tex} = 800 - (3 + 6,9 + 2 + 3,6 + 8 + 1,8 + 1,1) - (800 - 80) 13,5 = 11400$$

Длительность производственного цикла составит;

$$T_{ц}^{пр} = 11400 + 2 \cdot 20 + 60 - 7 = 11860$$

Исходные данные и задания

Длительность производственного цикла в рабочих днях составит

$$T_{ц}^{пр} = 12,3 - 0,7 = 8,6 \text{ дн}$$

Практическая ситуация № 3

Определите длительность производственного цикла обработки партии деталей из 200 шт в днях. при параллельном виде движения ее в пространстве. Размер передаточной партии - 10 %. Режим работы односменный по 8 часов, коэффициент рабочих дней 0,7. Длительность естественных перерывов составляет 20 мин в смену. Время межоперационного пролеживания - 2 мин. За каждой операций закреплен 1 станок.

Задание №1

Определить длительность технологического цикла при последовательной передаче предметов труда.

Задание №2

Определить сокращение длительности технологического цикла производства при последовательно параллельной передаче партии поштучно.

Задание №3

Определить длительность производственного цикла обработки деталей в днях при параллельном виде движения ее в пространстве. Передача осуществляется поштучно. Режим работы двухсменный по 8 часов, коэффициент рабочих дней 0,7. Длительность естественных перерывов составляет 20 мин в смену. Время межоперационного прослеживания - 1 мин.

Тема № 5 ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА.

ПОСТРОЕНИЕ СТАНДАРТ-ПЛАНА ЛИНИИ.

Практические ситуации и примеры решения

Практическая ситуация №1

Данные о технологическом процессе изготовления детали

Номер операции	Наименование операции	Штучная норма времени, мин.
1	токарная	1,5
2	токарная	2,5
3	фрезерная	5
4	слесарная	0,3

Необходимо в смену обработать 230 деталей. Регламентируемые перерывы составляют 20 мин в смену. Имеются данные о технологическом процессе изготовления детали, которые сведены в таблицу.

Исходные данные и Задачи **ЛИТЕРАТУРА**

1. Борисевич И.В., Глубокий С.В. Аналитически-исследовательский метод нормирования труда. - Минск: БНТУ, 2008. - 52 с.
2. Глубокий С.В., Борисевич И.В. Организация и нормирование труда в современном производственном менеджменте. - Минск: Изд-во Гревцова, 2008. - 320 с.
3. Сачко Н.С. Теоретические основы организации производства. - Минск: Дизайн-ПРО, 2007. - 320 с.
4. Сачко Н.С. Организация и оперативное планирование машиностроительного производства. - Минск: Вышэйшая школа, 2006. - 592 с.
5. Сачко Н.С., Бабук И.М. Организация и планирование машиностроительного производства (курсовое проектирование). - Минск: Технопринт, 2005. - 108 с.
6. Сеницына Л.М. Организация производства: учебник для студентов высш. учебн. заведений по специальности «Экономика и управление на предприятии / Л.М. Сеницына. - Минск: ИВЦ Минфина, 2008. - 540с.
7. Организация производства и управление предприятием. / Под ред. О.Г.Туровца. - М.: ИНФРА-М, 2005. - 544 с.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления подго-
товки



38.03.01 «Экономика»

код и наименование направления подготовки

/ Резник С.Д. /

«28» сентября 2017 г.

Усатенко А.Н.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Методические указания по подготовке к экзамену

направление подготовки 38.03.01 Экономика

Пенза 2017 г.

Рецензент Зав. кафедрой «Экономика, организация и управление производством» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», д.э.н., профессор Хрусталев Б.Б.

Организация производства: методические указания по подготовке к экзамену / А.Н. Усатенко – Пенза.: ПГУАС, 2017. – 17 с.

Методические указания раскрывают общие требования и рекомендации по подготовке к экзамену по курсу «Организация производства», содержат перечень вопросов к экзамену, вопросы для самоконтроля, список рекомендуемой литературы.

Методические указания по подготовке к экзамену по курсу «Экономика и управление предприятием лесопромышленного комплекса» разработаны на кафедре «Организация производства» и предназначены для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 38.03.01 Экономика.

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2017 г.

© Усатенко А.Н. 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Методические указания по подготовке к экзамену.....	6
2. Перечень вопросов для подготовки к экзамену.....	10
3. Перечень вопроса для самоконтроля	11
4.Список рекомендуемой литературы.....	17

ВВЕДЕНИЕ

Цель дисциплины — состоит в формировании у студентов комплекса знаний в области теоретических основ организации процесса производства и умений практической организации производственных процессов на производственных предприятиях.

Задачи освоения дисциплины:

– дать теоретические знания о сущности природы основных закономерностей, проблем организации производства в условиях развития рыночных форм хозяйствования, в т.ч. в условиях трансформации экономики;

– дать теоретические знания о принципах, формах, методах организации производства на предприятиях;

– научить методам проектирования и моделирования основных, вспомогательных и обслуживающих производственных процессов на предприятиях машиностроения, новому формированию инфраструктуры предприятия;

– вооружить студентов знаниями методологии и методики планирования, организации анализа, оценки и проектирования производственной системы машиностроения, проектирование ее организационной, производственной структуры, структуры управления, выбора уровня и структуры форм организации производства, определения типа производства, выявления путей совершенствования и повышения эффективности организации производственных процессов;

– сформировать знания и навыки в области организации производства на предприятиях и обеспечении эффективного функционирования производственных систем.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-4 - способность находить организационно-управленческие решения в профессиональной деятельности и готовность нести за них ответственность

- ПК-4 - способностью на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции):

Знать:

- особенности организации производства основных цехов различных отраслей промышленности;

- типы, формы и методы организации современного производства;

- организацию производственной инфраструктуры на отечественных промышленных предприятиях;

- сущность и алгоритм выполнения операций по проектированию организации нового производства;

Уметь:

- организовывать производственные процессы на предприятиях машиностроения
- выносить обоснованные суждения по вопросам организации производства;
- проводить сравнительный анализ различных вариантов организации производства;
- уметь организовывать процесс создания и освоения новой промышленной продукции;

Владеть:

- навыками для принятия оптимальных производственных решений, имеющих практическое значение для будущего бакалавра экономики в области организации производства;
- навыками, необходимыми для осмысления процессов, происходящих в производственной системе.

Иметь представление:

- о способах для принятия оптимальных производственных решений, имеющих практическое значение для будущего бакалавра экономики в области
- о теоретических основах и закономерностях организации производства на предприятиях.

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ

Изучение дисциплины «Организация производства» студентами направления подготовки 38.03.01 «Экономика» завершается экзаменом.

Экзамен представляет собой итоговую форму аттестации, позволяющую определить уровень знаний, полученный обучающимися, в процессе изучения дисциплины. Подготовка к экзамену – это завершающий, наиболее активный этап самостоятельной работы студента над учебным курсом. Студенту необходимо внимательно разобраться в записях лекций и в материалах практических занятий, систематизировать и упорядочить накопленные знания. Каждая тема имеет свои основные, концептуально обобщающие вопросы, вокруг которых собирается все остальное. Это своеобразные «проверочные» вопросы перед экзаменом, их дает преподаватель. Студент, способный на них ответить, может считать себя подготовленным, к экзамену.

Цель экзамена - проверка и оценка уровня полученных студентом знаний по дисциплине «Организация производства», а также умения логически мыслить, аргументировать избранную научную позицию, ориентироваться по всему пройденному курсу и отвечать на дополнительные вопросы.

Экзамен принимается ведущим преподавателем, читающим курс лекций.

Самостоятельная работа по подготовке к экзамену во время сессии должна планироваться студентом, исходя из общего объема вопросов, вынесенных на экзамен и дней, отведенных на подготовку к экзамену.

Сдача экзамена осуществляется в устной форме по экзаменационным билетам. На экзамене студент должен быть готов не только к устному ответу, но и к письменному изложению теоретических вопросов, сопровождая их графиками или формулами, что продемонстрирует более глубокий уровень подготовленности.

На экзамене студентам предлагается ответить на два основных и ряд дополнительных вопросов преподавателя, а также решить задачу.

Студент должен хорошо продумать содержание поставленных вопросов. Значительное число неудачных ответов объясняется неясным пониманием поставленной проблемы и низким уровнем подготовки.

При оценке уровня знаний студентов и выставлении итоговой оценки преподаватель руководствуется следующими критериями:

- знание фактического материала по курсу «Организация производства»
- правильность и полнота ответов;
- степень активности студента на практических занятиях;
- логика, структура, стиль ответа;
- культура речи, манера общения;
- готовность к дискуссии, аргументированность ответа;
- уровень самостоятельного мышления;

- умение приложить теорию к практике, решить задачи;
- наличие пропусков практических и лекционных занятий по неуважительным причинам;
- способность ориентироваться в экономических понятиях, грамотно и логично оперировать экономическими терминами;
- знание экономических категорий, законов, методик расчета основных показателей;
- способность экономически мыслить и принимать решения по экономическим вопросам;
- ориентироваться в экономической литературе и других статистических базах данных и демонстрировать полученную информацию, включая статистику в своих ответах.

Результаты сдачи экзамена оцениваются отметкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно». Для определения уровня сформированности компетенций предлагаются следующие критерии оценки ответа на экзамене:

Оценка «отлично» (5) – студент блестяще освоил теоретический материал курса, получил навыки в его применении при решении конкретных задач, имеющих прикладной характер; в процессе написания и защиты рефератов, выполнения стендовых докладов, работы над индивидуальными домашними заданиями студент продемонстрировал умение работать с литературными источниками; он отличался активным участием в диспутах и обсуждениях проблем, поставленных и решаемых в данном курсе; кроме того, студент отличился творческим подходом и большой заинтересованностью как при освоении курса в целом, так и при выполнении порученных ему преподавателем заданий. Он научился работать в малых группах, находить и использовать информацию в рекомендованных бумажных и электронных изданиях, очевиден и несомненен его интеллектуальный рост и рост его общих умений.

Оценка «хорошо» (4) – студент освоил идеи и методы данного курса в такой степени, что может справиться со стандартным заданием; студент справился с написанием реферата, но проявил чисто компилятивные способности, выполнил (но без проявления явных творческих способностей) домашние задания; можно сказать, что оценка «хорошо – это за усердие и прилежание, которые привели к определенным положительным результатам, свидетельствующим и об интеллектуальном росте, и о возрастании общих умений слушателя дисциплины.

Оценка «удовлетворительно» (3) – студент освоил наиболее простые идеи и методы курса, что позволило ему достаточно успешно выполнить такие задания, как написание двух рефератов, в итоговой контрольной самого простого состава задач ученик справился с 4-5 задачами из 15.

Оценка «неудовлетворительно» (2) – студент не проявил ни прилежания, ни заинтересованности в освоении курса, он халатно отнесся к написанию рефератов и выполнению индивидуальных домашних заданий; дискуссии для студента неинтересны, и он уклонялся от участия в них.

Экзамен проводится в форме свободной беседы, в которой экзаменуемый может выражать и свою точку зрения с соответствующей аргументацией.

Ответ студента ниже уровня этих требований, показывающий наличие серьезных недоработок в его знаниях, непонимание практического смысла теоретических вопросов, затруднение в понимании наиболее существенных экономических понятий, на экзамене оценивается как «неудовлетворительно».

При этом экзаменатор должен объяснить студенту его недоработки, дать советы, как готовиться к пересдаче, чтобы успешно сдать повторный экзамен.

Порядок проведения экзамена:

- сдача экзамена осуществляется в указанное в расписании время в отведенной для этого аудитории;
- преподаватель принимает экзамен только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки;
- критерии оценки ответа студента на экзамене, а также форма его проведения доводятся преподавателем до сведения студентов до его начала;
- результат сдачи экзамена объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в ведомость и зачетную книжку студента;
- в случае неявки студента для сдачи экзамена в ведомости вместо отметки «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» делается запись «не явился».

Для подготовки к экзамену разрабатывается перечень вопросов, соответствующих содержанию экзаменационных билетов.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену, а также список рекомендуемой литературы и пособий, выдается каждой группе за месяц до начала сессии.

Обучающиеся знакомятся с вопросами и литературой. При необходимости уточняют неясные вопросы у преподавателя в процессе индивидуальных консультаций. Согласно расписанию, за три дня до экзамена обучаемые приступают к непосредственной подготовке.

В дни, предусмотренные для подготовки к сдаче экзамена, преподаватель проводит консультацию в группе по наиболее сложным вопросам и организации экзамена, указывает требования к ответам, характерные ошибки, оценочные показатели.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы по дисциплине «Организация производства».

Устный экзамен по билетам проводится в следующем порядке:

- часть студентов вызывается преподавателем для сдачи экзамена, остальные студенты находятся вне аудитории. В аудитории, где принимается экзамен, могут одновременно находиться студенты из расчета не более десяти экзаменуемых;

- вызванный студент представляет принимающему экзамен свою зачетную книжку, после чего берет билет, называет его номер, знакомится с вопросами и получает чистые листы бумаги для записей ответов, а затем готовится к ответу;

- готовясь к ответу, студент намечает план либо пишет конспект ответа, при необходимости выполняет на классной доске или листе бумаги схемы;

- не более чем через 40 минут после получения билета экзаменуемый должен быть готов к ответу на поставленные вопросы;

- время, отводимое на ответ по билету, не должно превышать 20 минут;

- принимающий экзамен ведет краткие заметки по ответам, выставляет оценки за ответы по каждому вопросу билета;

- по окончании ответа на основные вопросы билета принимающий экзамен может задавать экзаменуемому уточняющие вопросы по содержанию ответа на основные вопросы билета и дополнительные вопросы, выставляя оценку за ответы на них.

Общая оценка по результатам экзамена студенту объявляется сразу после окончания ответа по билету и дополнительным вопросам.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

Вопросы, выносимые на экзамен:

1. Законы организации в статике и динамике.
2. Классификация связей и соединений в структурах.
3. Классификация структур.
4. Системный подход к управлению, его сущность.
5. Понятие структуры организации. Принципы рационализации структур организации.
6. Формы организации производства: концентрация и специализация.
7. Формы организации производства: кооперирование и комбинирование.
8. Понятие о производственном процессе и виды производственных процессов (основные, вспомогательные, обслуживающие).
9. Организация производственных процессов в пространстве.
10. Организация производственных процессов во времени.
11. Типы производства и их технико-экономические показатели.
12. Классификация типов производства.
13. Значение, задачи и структура инструментального хозяйства предприятия.
14. Классификация и индексация оснащения инструментального цеха.
15. Значение, задачи и структура ремонтной службы предприятия.
16. Сущность и содержание системы ППР.
17. Роль, задачи и структура энергетического хозяйства предприятия.
18. Значение, задачи и структура транспортного хозяйства предприятия.
19. Организация, планирование и диспетчеризация работы транспортного хозяйства.
20. Задачи и структура складского хозяйства предприятия.
21. Организация складских операций. Особенности организации автоматизированных складов.
22. Роль планирования в деятельности предприятия: сущность и принципы.
23. Методы организации работ по планированию (сетевое планирование и управление, оперограммы, ленточные графики).
24. Бизнес-план организации, его значение и структура.
25. Оперативно-календарное планирование, понятие и значение для деятельности предприятия.
26. Сущность, роль и классификация управленческих решений в области организации производства.
27. Научный подход к разработке решений.
28. Экономическое обоснование решений: экономическая эффективность и срок окупаемости.
29. Сущность, классификация и кодирование новшеств и инноваций.
30. Организация НИОКР.
31. Понятие новой техники и ее классификация.
32. Жизненный цикл новой техники.
33. Организация опытного производства новой техники.

3. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

Тестовые задания могут быть использованы при подготовке к экзамену. Использование тестов при самоконтроле позволит студентам самостоятельно определить степень усвоения изучаемого материала и закрепить полученные знания.

Разработанные тесты охватывают вопросы, выносимые на экзамен, что позволит студентам не только выборочно проверить их знания, но и уделить больше времени при подготовке к тем вопросам, на которые были даны не верные ответы.

Тестовые задания

1. Чем не характеризуется массовый тип производства:

- a) большим объемом выпуска;
- b) минимальной себестоимостью;
- c) низкой производительности труда;
- d) ограниченной постоянной номенклатурой

2. Типы производства:

- a) мелкосерийное, среднесерийное, крупносерийное;
- b) Автоматизированное, поточное, единичное;
- c) единичное, серийное, массовое;
- d) гибкое, цикловое, роторное.

3. Чем не характеризуется серийный тип производства:

- a) использованием универсального оборудования;
- b) большим объемом выпуска;
- c) достаточно широкой номенклатурой;
- d) высоким уровнем квалификации исполнителей.

4. Чем не характеризуется единичный тип производства:

- a) высокий уровень квалификации;
- b) высокая себестоимость;
- c) большой объем выпуска.

5. При каком типе производства 12 операций технологического процесса

осуществляется на 3 станках:

- a) массовый;
- b) крупносерийный;
- c) среднесерийный;
- d) мелкосерийный
- e) единичный.

6. При каком типе производства 5 операций технологического процесса осуществляется на 7 станках:

- a) массовый;
- b) крупносерийный;
- c) мелкосерийный;
- d) единичный.

7. В процессе переработки средства труда соединятся с:

- a) предметами труда;
- b) предметами производства;
- c) методами труда;
- d) методами производства.

8. Основным не является цех:

- a) Сборочный
- b) Заготовительный
- c) Энергетический
- d) Обрабатывающий

9. Вспомогательным не является цех:

- a) Электроремонтный
- b) Ремонтно-механический
- c) Инструментальный
- d) Заготовительный

10. К вспомогательным процессам относят

- a) обработка деталей фрезой
- b) штамповка деталей

- c) изготовление инструментов
- d) Сборка деталей в узлы

11. Основу производственного процесса составляют, следующие виды процессов:

- a) технологические
- b) вспомогательные
- c) естественные
- d) транспортные

12. Совокупность, взаимосвязанных трудовых и естественных процессов, направленных на изготовление определенного продукта. Это определение:

- a) технологического процесса
- b) производственного процесса
- c) производственного цикла
- d) операционного цикла

13. Какой производственный цикла протекает в штамповочном цехе

- a) Побочный
- b) Обслуживающий
- c) Основной
- d) вспомогательный

14. Какой производственный цикла протекает в литейном цехе

- a) побочный
- b) обслуживающий
- c) основной
- d) вспомогательный

15. Определите такт поточной линии, если работа ведется в 1 смену, продолжительность которой 8 часов, технологический перерыв 20 минут в смену, объем выпуска 80 шт. в смену

- a) 5,7 мин Б) 5,8 мин c) 5,6 мин d) 5,9 мин

16. В структуру производственного цикла не входят

- a) Рабочий период

- b) Время естественных процессов
- c) Время перерывов
- d) Время простоя оборудования в ремонте

17. Переведите 3860 мин в календарные дни, если известно, что работа ведется в 2 смены по 8 часов

- a) 10 дней
- b) 5,5 дней
- c) 4 дня
- d) 241, 3 дня

18. Наибольшая длительность обработки партии деталей наблюдается при следующем виде движения предметов труда:

- a) последовательно
- b) параллельном
- c) последовательно-параллельном

19. Свойством производственной системы не является:

- a) Результативность
- b) Гибкость
- c) Управляемость
- d) Своевременность уплаты налогов.

20. Характерным признаком функционирования предприятия как производственной системы является:

- a) Целенаправленность
- b) Полиструктурность
- c) Сложность и открытость
- d) Все вышеперечисленное.

21. Требование, не предъявляемое к разработке генерального плана

- a) Прямоточность
- b) Блокировка цехов
- c) Стабильность выполнения производственной программы
- d) Учет направления преобладающих ветров

22. Тип производственной структуры, которого не существует:

- a) Технологическая

b) Универсальная

c) Смешанная

d) Предметная

23. Под принципом специализации понимают:

A) Обеспечение кратчайшего пути прохождения предметов труда по всем операциям производственного цикла

B) Одинаковый выпуск продукции в равные промежутки времени

C) Закрепление ограниченной номенклатуры продукции за цехом, участком, рабочим местом

D) Одновременное выполнение отдельных частей производственного процесса по изготовлению продукции.

24. Под принципом прямоточности понимают:

A) Обеспечение кратчайшего пути прохождения предметов труда по всем операциям производственного цикла

B) Одинаковый выпуск продукции в равные промежутки времени

C) Закрепление ограниченной номенклатуры продукции за цехом, участком, рабочим местом

D) Одновременное выполнение отдельных частей производственного процесса по изготовлению продукции.

25. Под принципом непрерывности понимают:

A) Закрепление одного или нескольких технологически родственных изделий за данной поточной линией

B) Размещение оборудования и рабочих мест в порядке следования операций технологического процесса

C) Одновременное обрабатывание нескольких единиц данного изделия, находящихся на разных операциях цикла

D) Одинаковом выпуске продукции с линии и равномерном повторении операций на каждом рабочем месте.

26. Под принципом параллельность понимают:

A) Закрепление одного или нескольких технологически родственных изделий за

данной поточной линией

- в) Одинаковый выпуск продукции в равные промежутки времени
- с) Одновременное обрабатывание нескольких единиц данного изделия, находящихся на разных операциях цикла
- д) Обеспечение кратчайшего пути прохождения предметов труда

4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванилова С.В. Экономика организации [Электронный ресурс]: учебное пособие для ССУЗов/ Иванилова С.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2016.— 116 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49850>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Смелик Р.Г. Экономика предприятия (организации) [Электронный ресурс]: учебник/ Смелик Р.Г., Левицкая Л.А.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2014.— 296 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24961>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Чиркунова Е.К. Управленческая экономика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Чиркунова Е.К., Киреева Е.Е.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 144 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29796>.— ЭБС «IPRbooks»

4. Экономика и управление производством [Электронный ресурс]: учебное пособие/ И.П. Богомолова [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2015.—288 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50653>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Экономика предприятия [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов/ А.Н. Романов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012.— 767 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8595>.— ЭБС «IPRbooks»

6. Экономика предприятия [Электронный ресурс]: учебник/ В.Я. Горфинкель [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2013.— 663 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10525>.— ЭБС «IPRbooks»